



**Université Paris
XII
Val de Marne
Paris
France**



**Centre de
Coopération
Internationale de
Recherche
Agronomique
Antsirabe
Madagascar**



**Foibe Fikarohana
sy
Fampandrosoana
ny eny
Ambanivohitra
Antsirabe
Madagascar**



**Unité de
Recherche en
Partenariat sur
les Systèmes de
Culture et de
Rizicultures
Durables
Antsirabe
Madagascar**

**MASTER 2
Sciences - Technologie - Santé
BIO RESSOURCES EN REGIONS TROPICALES ET
MEDITERRANEENNES
(septembre 2007)**

**DIAGNOSTIC DE L'INCIDENCE
DE LA PYRICULARIOSE DU RIZ PLUVIAL
DANS LA REGION DU VAKINANKARATRA**

**Soutenu par
RAKOTONINDRAINANA Toky Fanambinana**

**Sous l'encadrement de
Dr Mathilde SESTER, épidémiologiste CIRAD
Dr Eric PENOT, socio-économiste CIRAD
Dr Maria H. Cruz de Carvalho, superviseur Université Paris 12**



**Université Paris
XII
Val de Marne
Paris
France**



**Centre de
Coopération
Internationale de
Recherche
Agronomique
Antsirabe
Madagascar**



**Foibe Fikarohana
sy
Fampanandrosoana
ny eny
Ambanivohitra
Antsirabe
Madagascar**



**Unité de
Recherche en
Partenariat sur
les Systèmes de
Culture et de
Rizicultures
Durables
Antsirabe
Madagascar**

**MASTER 2
Sciences – Technologie-Santé
BIO RESSOURCES EN REGIONS TROPICALES ET
MEDITERRANEENNES**

(septembre 2007)

**DIAGNOSTIC DE L'INCIDENCE
DE LA PYRICULARIOSE DU RIZ PLUVIAL
DANS LA REGION DU VAKINANKARATRA**

**Soutenu par
RAKOTONINDRAINA Toky Fanambinana**

**Sous l'encadrement de
Dr Mathilde SESTER, épidémiologiste CIRAD
Dr Eric PENOT, socio-économiste CIRAD**

**Et de
Dr Maria H. Cruz de Carvalho, superviseur Université Paris 12**

Remerciements

Nos profonds remerciements vont à :

Madame SESTER Mathilde, docteur en épidémiologie et chercheur du CIRAD, qui a bien voulu nous encadrer et nous donner conseils, directives et soutiens sur le travail de stage. Ses aides nous ont été précieuses pour la réalisation de ce mémoire.

Qu'elle trouve ici notre profonde gratitude.

Monsieur PENOT Eric, Docteur en socio économie et chercheur du CIRAD, qui malgré ses tâches multiples, nous a fait l'honneur de nous consacrer une partie de son temps, lors des ses quelques missions chargées à Antsirabe, pour nous donner ses conseils les plus utiles lors des enquêtes en milieu rural.

Nous tenons à le remercier.

Madame Maria H. Cruz DE CARVALHO, Ph. D. qui nous a fait l'honneur d'accepter d'être notre superviseur au sein de l'Université Paris 12, et qui nous a apporté ses soutiens et ses aides les plus précieuses dans la réalisation de ce mémoire.

Qu'elle trouve ici le témoignage de notre reconnaissance la plus distinguée.

Nos remerciements s'adressent également

Aux cadres, à tous les techniciens et toutes les personnes travaillant au centre FOFIFA Antsirabe pour la franche collaboration et l'agréable accueil qu'ils nous ont manifestés tout au long du stage. Permettez nous de citer M. Dodelys Andriatsimialona, M. Tendro et M Fidy Ramahandry qui nous ont particulièrement apporté leurs conseils et leurs aides les plus utiles pour le travail sur terrain.

A tous les collaborateurs de TAFE Antsirabe, SD Mad Antsirabe, et FAFIALA Antsirabe et Ankazomiriotra pour leur franche collaboration, et d'avoir accepté gentiment de nous guider sur leurs terrains d'action.

A tous ceux qui de près ou de loin, ont contribué à l'établissement de ce mémoire.

Liste des figures

- Figure 1 : Cycle biologique de reproduction sexuée, asexuée, et cycle d'infection foliaire *P. grisea* .D'après Dobinson et Hamer, 1991 *in* (Ratsimba 2005)
- Figure 2 : Cycle biologique de la pyriculariose du Riz (DPV et GTZ, 1990).
- Figure 3a : Pyriculariose foliaire *in* (Rakotoarisoa, 2006)
- Figure 3b : Pyriculariose nodale *in* (Rakotoarisoa, 2006)
- Figure 3c : Pyriculariose paniculaire *in* (Rakotoarisoa, 2006)
- Figure 4: Diagramme ombrothermique d'Antsirabe (station aéro) *in* (Guyou 2003)
- Figure 5 : Carte de la répartition du riz pluvial en fonction de la production par commune et les noms des communes faisant l'objet d'une visite de parcelles (carte issue de traitement par MapInfo)
- Figure 6 : Carte des subdivisions climatiques, ou micro zones climatiques
- Figure 7 : Carte de la variabilité pédologique de la région du Vakinankaratra
- Figure 8 : Diagramme en secteur du pourcentage de parcelles attaquées classées en fonction des incidences.
- Figure 9 : Histogramme des effectifs des parcelles visitées classées par en fonction de leurs incidences
- Figure 10 : Comparaison des valeurs des incidences selon les zones d'étude
- Figure 11 : Diagrammes en moustaches des incidences des 4 groupes
- Figure 12 : Schéma synthétique de la méthode d'enquête utilisée
- Figure 14 : Histogramme sur la connaissance des symptômes de la pyriculariose
- Figure 15 : Histogramme de la présence et absence de la maladie dans les parcelles
- Figure 16 : Histogramme des parcelles classées selon l'échelle de sévérité

Liste des tableaux :

- Tableau 1 : Noms des sites choisis (communes) et nombres de parcelles visitées
- Tableau 2 : Tests de normalité de A et de B
- Tableau 3 : Nombre de personnes interrogées et le nombre et surfaces des parcelles
- Tableau 4 : Pourcentage des effectifs de parcelles selon la classe de sévérité
- Tableau 5 : Différentes valeurs des estimations des rendements

Liste des annexes :

- Annexe 1 : Les différentes parcelles attaquées par la pyriculariose et leurs incidences
- Annexe 2 : Valeurs des incidences classées par zones (tableau rentré avec extension ‘.txt’ pour être traité par le logiciel R).
- Annexe 3 : Détail des calculs des tests effectués par le logiciel R
- Annexe 4: Exemple du formulaire du questionnaire
- Annexe 5 : Noms de enquêtes ainsi que les valeurs des sévérités des parcelles.

Liste des abréviations et sigles

° C	: Degré Celsius
%	: Pourcent
µm	: Micromètre
cm	: Centimètre
CE	: Concentration Emulsionnable
CIRAD	: Centre de Coopération Internationale de Recherche Agronomique pour le Développement
DRDR	: Direction Régionale du Développement Rural
FAFIALA	: Centre pour l’expérimentation et la vulgarisation pour la gestion des tanety
FAO	: Food and Agriculture Organisation
Fig.	: Figure
FOFIFA	: Foibe Fikarohana ho Fampanandrosoana ny tontolo eny Ambanivohitra (Centre National de Recherches Appliquées au Développement Rural)
GPS	: Global Positioning System
ha	: Hectare
kg	: Kilogramme
km	: Kilomètre
km ²	: Kilomètre carré
l	: Litre
MAEP	: Ministère de l’Agriculture, de l’Elevage et de la Pêche.
ONG	: Organisation Non Gouvernementale
PRA	: Programme Riz d’Altitude

RP	: Riz Pluvial
SCV	: Semis sous Couverture végétale
SD Mad	: Semis Direct de Madagascar
t	: Tonne
t / ha:	Tonne par hectare
TAFA	: Tany sy Fampandrosoana
UPDR	: Union Politique du Développement Rural
URP SCRID	: Unité de Recherche en Partenariat sur les Systèmes de Cultures et de Rizicultures durables

Résumé

L'accroissement démographique qui engendre d'immense besoin en production de riz a augmenté la pression sur la riziculture irriguée, jusque là dominante à Madagascar. Par conséquent, ce système de riziculture aquatique rencontre de graves problèmes de saturation des ses bas fonds ainsi que la dégradation de sa fertilité à cause de l'intensification et la surexploitation. Ce fait a conduit à l'expansion vers les collines, mais aussi en altitude de la riziculture qui est désormais possible grâce à la culture du riz pluvial. La riziculture pluviale permet de soutenir une production durable en complément avec les autres systèmes.

Le Vakinankaratra est une des régions des Hautes Terres malgaches qui permet un développement du riz pluvial par la diversité de ses conditions pédoclimatiques. Mais elle offre également par la même occasion un terrain propice au développement de *Pyricularia grisea* qui est l'une des ennemies les plus redoutables de cette culture.

L'URP-SCRiD, avec ses projets de recherche comme la réalisation d'une étude de « diagnostic de l'incidence de la pyriculariose du riz pluvial dans la région du Vakinankaratra » permet d'améliorer les moyens de luttres contre cette maladie. En effet, bien que des solutions efficaces aient été trouvées, leurs diffusions en milieu paysan restent à résoudre.

Cette étude a apporté des éléments qui pourraient permettre justement la mise en place d'un réseau de surveillance de la pyriculariose dans cette région afin de mieux orienter et de prendre les meilleures décisions pour lutter contre la pyriculariose. Les résultats de l'étude ont conclu que cette maladie reste une menace réelle sur cette culture dans cette région.

Mots clés : *Riz pluvial, Pyricularia grisea, Diagnostic, Vakinankaratra*

Summary

Population growth causes a great need of rice production. Therefore, under the pressure of this situation, fertility and surface areas of the dominant irrigated rice decrease. The Rain-fed rice culture appears as one solution with promising potentialities to complement them.

The Rain-fed develops well on the Highlands of Madagascar such as Vakinankaratra Region. But it strikes important constraints of rice diseases, particularly *Pyricularia grisea* like one the most dreadful of this culture.

URP-SCRiD's projects and researches improve several ways to fight *Pyricularia grisea*. In this way, the objectif of "to make a diagnosis of pyricularia grisea's incidence in Vakinankaratra Region" permits to get some elements to set up a monitoring project of this disease. It can be improve considerably the fight strategy accessible for rice grower.

The results of this scheme conclude that *Pyricularia grisea* remains and constitutes a really threat for Rain-fed rice culture.

Keywords: *Rain-fed rice, Pyricularia grisea, Diagnosis, Vakinakaratra*

Résumé.....	7
Summary.....	7
Introduction.....	9
1. DOMAINE ET CADRE DE L'ETUDE	11
1.1. La riziculture à Madagascar	11
1.1.1. Etats des lieux de la riziculture à Madagascar	11
1.1.2. Les nouveaux défis de la riziculture à Madagascar	12
1.2. La Riziculture pluviale	13
1.2.1. Les atouts de la riziculture pluviale	13
1.2.2. Les contraintes de la riziculture pluviale	13
1.3. La pyriculariose.....	14
1.3.1. Description de la maladie	15
1.3.2. Symptômes de la maladie	18
1.3.3. Conditions de développement de la maladie.	19
1.3.4. Moyens de luttres cotre la pyriculariose	21
1.4. CADRE DE L'ETUDE	23
1.4.1. Cadre scientifique de l'étude : l'URP-SCRiD	23
1.4.2. Présentation générale de la zone d'étude.	25
1.5. OBJECTIF DE L'ETUDE	28
2 SUIVI TERRAIN	30
2.1. Méthode d'évaluation de la pyriculariose.....	30
2.1.1. Critères de choix des sites d'étude.....	30
2.1.2. Echantillonnage des parcelles visitées dans les sites.	35
2.1.3. Evaluation de la maladie.....	36
2.2. Résultats.....	38
2.2.1. Résultat des choix des sites l'échantillonnage des parcelles.....	38
2.2.2. Résultat suivi terrain.....	39
2.2.3. Discussions	42
2.2.4. Conclusions partielles.....	43
3 ENQUETE.....	44
3.1. Problématique et objectif de l'enquête.....	44
3.2. Méthodologie	44
3.2.1. Mise au point du questionnaire	44
3.2.2. Choix des lieux d'enquête	46
3.2.3. Choix des enquêtés	46
3.2.4. Méthode d'enquête	46
3.3. Résultats.....	48
3.3.1. Caractérisation des sites choisis.....	48
3.3.2. Résultats de l'échantillonnage	49
3.3.3. Bilan sur la connaissance de la pyriculariose.	50
3.3.4. Bilan sur la connaissance des moyens de lutte contre la pyriculariose.....	51
3.3.5. Bilan sur la sévérité de la pyriculariose dans les parcelles d'enquête.....	52
3.3.6. Bilan sur les rendements.....	53
3.4. Discussions	54
3.5. Conclusions partielles et perspectives	55
Conclusion	56
Références bibliographiques.....	58

Introduction

Depuis toujours, le riz est intimement lié à la vie sociale et culturelle des Malgaches. Le peuple malgache a fait de cette céréale son alimentation de base. Madagascar est de ce fait incontestablement un pays à régime oryzophagé, sa consommation est évaluée à 138 kg par habitant et par an en milieu rural et à 118 kg en milieu urbain (UPDR/FAO, 2000). La culture du riz est la principale filière vivrière du pays.

Pour assurer la production en riz, les riziculteurs malgaches pratiquent principalement le système de riziculture aquatique des bas fonds. Malheureusement, ce système subit actuellement de contraintes physiques inéluctables. En effet, les surfaces rizicoles des bas fonds sont à présent en état de sursaturation à cause de la pression foncière liée à une croissance démographique galopante. On assiste ainsi à une diminution et à une dégradation de leur fertilité par l'épuisement du sol. Par ailleurs, ces terres inondées sont victimes des dégradations de l'environnement qui engendrent des phénomènes d'érosion diminuant davantage les surfaces cultivables.

Le report de la culture du riz sur les collines par le système de culture pluvial constitue une possibilité d'extension des surfaces afin de subvenir aux demandes de la consommation croissante. Mais l'aboutissement de cette alternative passe entre autre par la capacité du système à s'adapter au milieu et à lutter contre ses ennemies naturelles notamment les maladies et les ravageurs.

Par ses travaux de recherche pluridisciplinaire, l'URP-SCRiD (Unité de Recherche en Partenariat sur les Systèmes de Culture et de Rizicultures durables) procède à la mise en place et au développement durable du système de riziculture pluviale. Un des thèmes de recherche ainsi menés au sein de l'URP-SCRiD est l'amélioration des systèmes de culture pour lutter durablement contre les bio-agresseurs du riz pluvial, dont la pyriculariose en particulier.

En effet, « le diagnostic agronomique vise à identifier *a posteriori* les caractéristiques du milieu et du système de culture ayant influé sur la production d'un peuplement végétal cultivé. Appliqué dans une région sur un échantillon représentatif de parcelles d'agriculteurs, il permet de hiérarchiser les facteurs et les conditions limitant de la production dans les conditions locales, et donc de définir les actions prioritaires à entreprendre, en matière de conseil technique ou de programmes expérimentaux. » (Meynard *et al*, 1992).

Cette étude contribue à l'amélioration du système de culture du riz pluvial dans la région du Vakinankaratra. L'objectif du stage est de réaliser un diagnostic de l'incidence de la pyriculariose dans cette région.

Il nous semblait donc intéressant d'expliquer dans un premier temps, le cadre d'étude à savoir la région d'intervention, mais aussi le bilan des connaissances sur le système de riziculture et la pyriculariose du riz.

Ensuite, afin de mettre en évidence les incidences de la maladie, nous exposerons les démarches entreprises pour les suivis de terrain et les enquêtes effectuées pour la récolte des données. Enfin, après traitement et analyse de ces données, nous discuterons des résultats obtenus.

1. DOMAINE ET CADRE DE L'ETUDE

1.1. La riziculture à Madagascar

1.1.1. Etats des lieux de la riziculture à Madagascar

Le milieu physique de Madagascar est propice à la riziculture dont la superficie au niveau national s'élève à 1 450 000 ha, ce qui couvre 36 % de la surface agricole cultivée (MAEP, 2003).

On peut distinguer 3 grands systèmes de rizicultures à Madagascar :

- ❑ La riziculture irriguée
- ❑ La riziculture pluviale
- ❑ Le *tavy* ou culture sur brûlis

Environ 80 % des terres rizicoles sont cultivées en système de culture irrigué. Le *tavy* et le riz pluvial représentent respectivement environ 11 % et 10 % des surfaces. (UPDR FAO, 2000)

Le riz est cultivé dans toutes les régions favorables à la culture. La riziculture est très présente dans les régions des Hautes Terres, du Moyen Ouest et du Menabe et occupe la quasi-totalité des terres agricoles. Les vastes plaines du Lac Alaotra et de Marovoay sont favorables à une riziculture irriguée intensive permettant une production considérable destinée à être vendue sur le marché.

Le système de riziculture pluvial est localisé dans la région du Moyen Ouest qui dispose de vastes collines relativement planes ainsi que le climat et le terrain propices à son développement.

La riziculture itinérante ou *tavy* est pratiquée dans les forêts tropicales, notamment au Nord et sur la côte Est.

Plus de 1 700 000 exploitants pratiquent la riziculture. D'après l'enquête UPDR FAO (2000), on peut identifier 3 groupes de producteurs rizicoles :

- ❑ Les micro-producteurs qui produisent pour l'autoconsommation. Ils possèdent au plus 1 hectare de rizière et ils récoltent 800 kg à 1,1 t de paddy.

- ❑ Il y a ensuite les producteurs de rente dont la production de paddy peut atteindre 1,2 à 1,9 t/ha, en grande partie affectée à l'autoconsommation et à la vente.
- ❑ Enfin, on a les producteurs semi spécialisés sur la vente de riz. Ils disposent d'un potentiel technico-économique d'intensification. La taille des exploitations varie entre 1,2 et 5,5 t/ha.

D'après Chauvigne (2005) qui cite une étude (faite par le MAEP/UPDR, atelier 19/12/ 2002), de 1990 à 2003, la croissance de la production rizicole a enregistré une hausse annuelle de 1,2 % restant inférieure au taux de croissance démographique qui se situe à 2,8 % pour la même période. La disponibilité en riz blanc ne couvrait pas le besoin de la population.

Une explication donnée par cette étude dit que la stagnation de la production est reliée à la faible évolution des surfaces cultivées. On peut citer également l'utilisation de variétés traditionnelles considérée comme frein à l'accroissement des rendements. Enfin l'étude a dévoilé que seulement 28 % des riziculteurs utilisent des techniques améliorées ou nouvelles.

1.1.2. Les nouveaux défis de la riziculture à Madagascar

La riziculture malgache est confrontée à des contraintes physiques, socio-économiques et institutionnelles (UPDR/FAO, 2000).

Les contraintes socio-économiques concernent le faible niveau d'équipement, la rareté et la cherté du crédit, l'insécurité foncière, la segmentation du marché du riz, l'aversion pour le risque ainsi que la concurrence du marché international (Chauvigne, 2005)

Les contraintes d'ordre institutionnel apparaissent au niveau de la politique fiscale longtemps pénalisante ou encore du laborieux processus de décentralisation. Cependant, ces contraintes sont réversibles et peuvent être levées quand on prend les contre-mesures.

Mais les contraintes d'ordre physique, quant à elles sont inéluctables en l'état actuel des choses. Nous avons mentionné dans le paragraphe précédent que la riziculture irriguée occupe 80 % de la superficie rizicole nationale. Or, on constate actuellement la saturation et l'épuisement de ces rizières de bas fonds, dont la fertilité est dégradée sous la pression démographique.

Par ailleurs, ces rizières inondées sont extrêmement vulnérables au mauvais contrôle de l'eau dû à une pluviométrie irrégulière. Elles peuvent en plus subir un ensablement consécutif à l'érosion des *tanety* (collines) non cultivées.

Ainsi à Madagascar, face à la demande croissante en riz et aux limites de la riziculture irriguée, la riziculture pluviale offre des perspectives de développement intéressantes et apparaît comme une bonne alternative susceptible de lever certaines des contraintes qui pèsent sur la riziculture aquatique.

1.2. La Riziculture pluviale

1.2.1. Les atouts de la riziculture pluviale

Le système de riziculture pluviale est favorable aux exploitations disposant de peu de parcelles dans les bas fonds ou de celles victimes des ensablements. En effet, le riz pluvial permet l'extension de cultures sur les *tanety* qui sont encore disponibles et jusque là réservées aux pâturages extensifs. En outre, bien que les rendements fussent relativement faibles au début, les paysans ont pris la riziculture pluviale comme une opportunité de palier à l'inexploitation des zones d'altitude. Ces mauvais rendements dus aux variétés et aux techniques inappropriées ont accéléré la recherche en vue d'améliorer les capacités de production des riziculteurs pluviaux. En effet, différents projets de recherche ont vu le jour. Le « Programme Riz d'Altitude » (PRA) initié en collaboration par le FOFIFA (Centre National de Recherche Appliquée au développement Rural) et le CIRAD (Centre de Coopération Internationale de recherche Agronomique pour le Développement) en 1984, a proposé la vulgarisation de variétés de riz pluvial performantes adaptées aux contraintes physiques des Hautes Terres.

1.2.2. Les contraintes de la riziculture pluviale

Les rizicultures pluviales comportent néanmoins un certain nombre de contraintes.

En riziculture pluviale, la préparation du sol représente un investissement important lors de la première adoption. Elle nécessite l'épandage de fertilisants organique et chimique qui corrige les carences et les toxicités spécifiques aux sols tropicaux.

D'autre part, le riz pluvial constitue un mauvais précédent du riz pluvial, c'est-à-dire qu'il doit être intégré dans une rotation avec d'autres cultures afin de profiter d'un milieu organique favorable.

Les riziculteurs pluviaux ne peuvent pas utiliser les pratiques du repiquage et de l'immersion qui limitent la prolifération des adventices en riziculture inondée. Ils doivent avoir recours à des interventions manuelles et chimiques pour maîtriser l'invasion des mauvaises herbes.

La riziculture pluviale nécessite ainsi un fort investissement en temps et certaines mauvaises herbes sont très difficiles à éliminer comme *Striga*, très présent dans le Moyen Ouest de Madagascar (Rasolofo *et al*, 1998).

La sécheresse est aussi une contrainte déterminante car ce système est dépendant du climat pour son alimentation hydrique. Des pluies irrégulières, soit peu abondantes, soit trop abondantes peuvent compromettre l'ensemble de la récolte.

Des problèmes de bio agresseurs peuvent apparaître dans les rizicultures pluviales. On peut, en guise d'exemple, citer les insectes terricoles comme les coléoptères *Heteronychus plebeijus* qui entraînent des dégâts considérables à la levée. La plupart du temps, une protection des semences (traitement du sol et/ou semences) au début du cycle est la seule solution à ce problème.

La riziculture pluviale est également attaquée par des maladies en particulier la pyriculariose qui peut lui infliger des pertes considérables de rendement (Awoderu *et al*, 1981)

1.3. La pyriculariose

La pyriculariose est une maladie fongique attaquant la culture de riz (*Oryza sativa* L.). C'est l'une des plus anciennes maladies du riz universellement connues. Elle a été déjà mentionnée et décrite dans des documents chinois datés de 1637 (Ou, 1985). On peut la rencontrer dans toutes les zones rizicoles de tous les continents. C'est également la maladie du riz la plus répandue au monde (Nottoghem, 1981). Elle représente l'une des maladies les plus

dangereuses pour la culture de riz car elle peut causer des pertes importantes de rendement pouvant engendrer la destruction totale de la récolte (Awoderu et *al*, 1981). Elle a été appelée par Cavara en 1891 sous le nom de *Pyricularia oryzae* (Ou, 1985). Elle est plus connue actuellement sous le nom de *Pyricularia grisea* (Rossman, 1990). Dans la littérature, Rasolofo et *al* (1986) ont mentionné que la pyriculariose a été observée pour la première fois à Madagascar en 1951 par Séchet et a été ensuite signalée par Barat en 1957. A Madagascar, les paysans malgaches lui ont attribué divers noms vernaculaires. A titre d'exemple, elle est communément désignée sous le nom de « *Menalavitra* » par les paysans du Lac Alaotra, et elle a été dénommée « *Matifotsy* » dans la région des Hautes Terres.

1.3.1. Description de la maladie

1.3.1.1. Morphologie du pathogène

L'agent pathogène responsable de la pyriculariose est un champignon microscopique *Pyricularia grisea*. Son appareil végétatif est constitué d'un thalle à hyphes cloisonnés : il appartient à la Super Classe des Septomycètes.

L'ensemble des ces hyphes forme un mycélium généralement gris.

La reproduction sexuée (Fig.1) produit des ascospores contenus dans des asques (Ou, 1985) : il appartient à la Classe des Ascomycètes. Les asques sont regroupées dans un conceptacle appelé ascocarpe : il appartient à la Sous Classe des Euascomycètes. L'ascocarpe est en forme de carafe appelé « Périthèce » : il appartient au Super Ordre des Pyrénomycètes.

Par ailleurs, son appareil asexué (Fig.1) est constitué de conidiophores non renfermés dans de fructification et portant des bouquets de conidies ovoïdes (25 à 30µm de long et 8 à 9 µm de large) : ce fait le classe dans l'Ordre des Hyphales.

La figure 1 montre également que *P. grisea* possède un cycle complet, contenant une phase asexuée et une phase sexuée. Ces deux phases donnent lieu à l'élaboration d'éléments contamineurs à partir desquels va s'organiser un nouvel appareil végétatif (mycélium). Ces éléments contamineurs sont constitués des ascospores pour la phase de reproduction (processus sexué) et des conidies pour la phase de multiplication (processus asexué).

Cependant, *P. grisea* n'est connu dans la nature que sous sa forme asexuée. Son mycélium produit donc dans la nature des conidiophores comportant les conidies qui formeront l'élément asexué contamineur. En général, cette phase de reproduction asexuée ne se produit que si les conditions sont favorables au champignon.

E ce qui concerne la reproduction sexuée, elle n'a jamais été observée jusqu'à présent dans la nature. Elle a été uniquement mise en évidence en conditions contrôlées en laboratoire par Herber en 1971. Dans ces conditions, la reproduction sexuée peut avoir lieu entre deux isolats de signes de compatibilité sexuelle complémentaires. La fusion de deux isolats de signes différents conduit à la formation d'un périthèce. A maturité, le périthèce renferme à sa base de nombreux asques, et chaque asque renferme huit ascospores issues d'une méiose suivie d'une mitose (Ou, 1985).

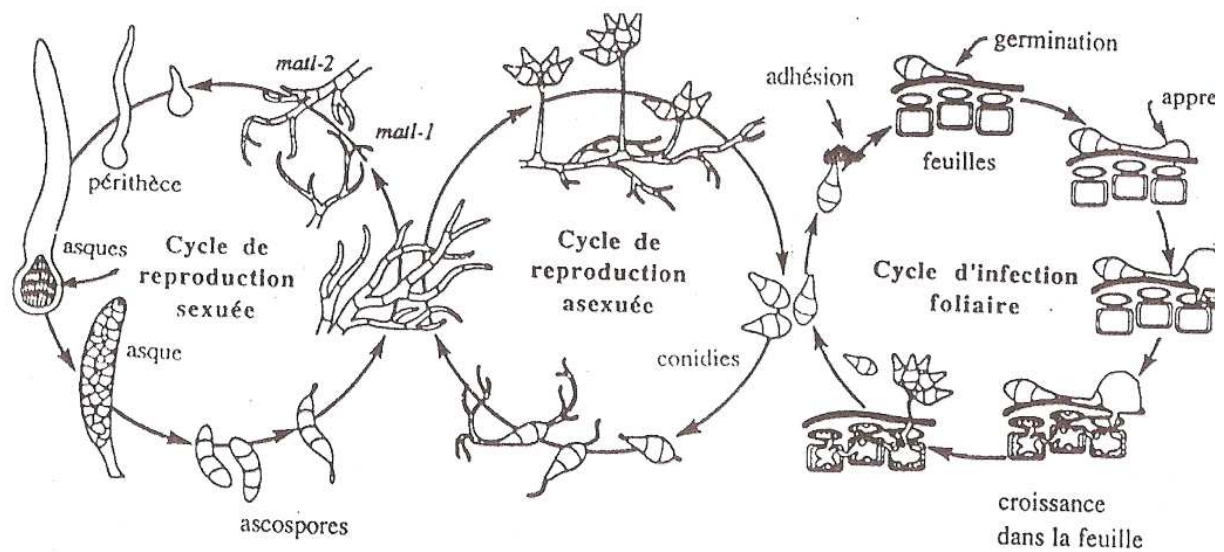


Figure 1 Cycle biologique de reproduction sexuée, asexuée, et cycle d'infection foliaire *P. grisea*
D'après Dobinson et Hamer, 1991 in (Ratsimba 2005)

1.3.1.2 Cycle d'infection foliaire et propagation du champignon

Comme nous venons de mentionner précédemment, seul le mode de reproduction asexué peut être observé dans la nature.

Quand les conditions sont favorables, les mycéliums produisent des conidies qui vont être dispersées et déposées sur les feuilles des plants de riz (Fig. 1). Les gouttes d'eau et le vent forment en général l'agent vecteur principal (Roger, 1990). En présence d'eau, la conidie va germer en produisant un tube germinatif qui se différencie en un appressorium. Ce dernier permet au champignon de percer et de pénétrer la cuticule foliaire. L'hyphe mycélien s'implante ensuite dans les tissus foliaires et assurera ainsi son développement au détriment des cellules de la plante hôte. Les lésions, visibles 5 à 6 jours après l'infection, sporulent et libèrent des conidies qui assurent la dissémination du champignon. Une lésion typique peut produire jusqu'à 6000 conidies par nuit pendant six jours (Ou, 1981).

Le champignon est polycyclique, chaque cycle de reproduction, depuis l'infection par une conidie jusqu'à la production de nouvelles conidies par la lésion formée dure entre 7 et 10 jours (Rakotoarisoa, 2006).

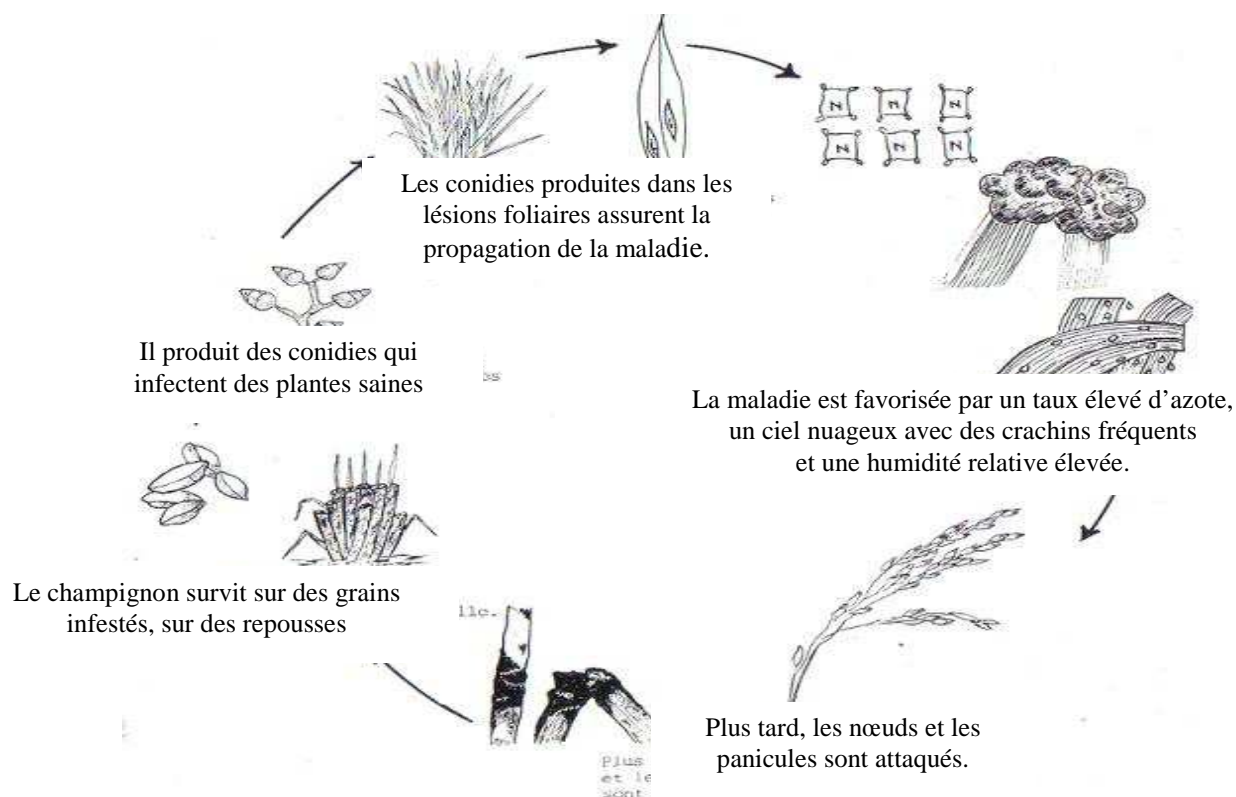


Figure2 : Cycle biologique de la pyriculariose du Riz (DPV et GTZ, 1990).

Au fur et à mesure de l'avancement du stade végétatif du riz, les conidies peuvent contaminer d'autres organes comme les nœuds, les panicules ou les grains (Fig. 2).

A la fin de la saison, le champignon survit d'une saison à l'autre sur les grains infectés ou sur les pailles (Fig. 2) provenant des plants infectés (DPV et GTZ, 1990).

Il est à noter que le champignon pouvant parasiter d'autres graminées telles que *Setaria* sp et autres, il peut y passer l'inter saison (Ou, 1985).

Symptômes de la maladie

1.3.2. Symptômes de la maladie

Pyricularia grisea peut infecter et se développer sur les différentes parties aériennes du plant de riz. Ainsi on distingue différents symptômes en fonction de l'organe attaqué.

1.3.2.1. La pyriculariose foliaire.

Sur le limbe de la feuille (Fig. 3a), on voit d'abord apparaître des petites taches grisâtres de 1 à 2mm de diamètre (Andrianarisoa, 1970). Ces petites taches correspondent chacune à un point d'infection par une conidie à partir duquel le parasite se développant va former des lésions en forme de fuseau ou ovale (DPV et GTZ, 1990).

A maturité, une lésion typique est caractérisée par une zone centrale gris pâle ou blanc grisâtre, entourée d'une partie brunâtre assez bien définie. C'est une zone de nécrose. A la périphérie de cette zone centrale apparaît une zone de destruction des chloroplastes. Elle est de couleur jaune clair. A la suite d'une attaque sévère sur une feuille, les limbes peuvent être entièrement séchés, prenant un aspect brûlé. A ce stade, la perturbation de l'activité photosynthétique affecte considérablement la croissance de la plante (Andrianarisoa, 1970).

1.3.2.2. La pyriculariose nodale

C'est une attaque de la maladie sur les nœuds des chaumes (Fig.3b). On constate ainsi un anneau brun sur ces nœuds au début de l'infection. Puis cette couleur devient grisâtre lorsque les tissus cellulotiques sont détruits. La tige devient fragile et peut facilement se casser au niveau des nœuds (DPV et GTZ, 1990).

1.3.2.3. La pyriculariose paniculaire

La pyriculariose paniculaire (Fig.3c) ou pyriculariose du cou forme les symptômes les plus caractéristiques de cette maladie. Des taches brunes à noires sont observées sur les rachis de l'inflorescence ou sur l'épillet (Hari, 1997). Une lésion importante peut se former à la base de la panicule qui devient blanche. Dans les cas les plus extrêmes, la tige finit par se casser.

A ce stade, la maladie empêche le remplissage des grains (Sere, 1981)



Fig.3a : Pyriculariose foliaire Fig.3b : Pyriculariose nodale Fig.3c : Pyriculariose paniculaire

In (Rakotoarisoa, 2006)

1.3.3. Conditions de développement de la maladie.

Seul le processus asexué peut être rencontré dans la nature. Cette phase de reproduction asexuée ou phase de multiplication survient lorsque les conditions de développement de *Pyricularia grisea* lui sont favorables. Ces conditions dépendent de deux facteurs :

- Les facteurs environnementaux
- Les facteurs relatifs au couple hôte parasite

1.3.3.1. Les facteurs environnementaux

a) Influences climatiques

La température optimale de germination et du pouvoir d'infection des conidies est comprise entre 18° C et 26° C (Andriatsimalona, 2004). Par ailleurs, une humidité relative de l'air supérieure à 90 % est nécessaire pour la germination des conidies et pour assurer la sporulation (Chevaugéon *et al*, 1981). L'eau libre à la surface foliaire est nécessaire car cela favorise le dépôt, la germination et l'optimisation de l'infection de la conidie (OU, 1981).

Une plus longue durée de rosée et la présence d'un temps nuageux avec des pluies fréquentes ou des crachins fréquents constituent un temps idéal pour le champignon (DPV et GTZ, 1990). Cependant, lors d'une période de manque d'eau, le riz est soumis à un stress hydrique qui peut aggraver les attaques de la maladie (Akator, 1981).

En fin, des études faites en Thaïlande ont révélées que la présence des conidies dans l'air est accentuée pendant la saison des pluies (Andrianarisoa, 1970).

b) Influences du type de sol

Des essais menés au Lac Alaotra ont montré que l'incidence de la pyriculariose est liée au type de sol car ce dernier joue un rôle capital sur la sensibilité de la plante à la maladie. Sur les trois principaux types de sol du Lac Alaotra où une infection naturelle arrivait sur l'expérimentation, l'incidence de la maladie était plus élevée sur sol organique, diminuait fortement sur sol alluvionnaire et le développement de l'épidémie était minime sur sol minéral à textures argilo-sableuses. (Andriatsimalona, 2004). Des observations similaires ont été réalisées dans les rizières des Hautes Terres avec des attaques élevées de pyriculariose sur sol organique (Andriatsimalona, 2004).

c) Influence de la fertilisation azotée

Le champignon utilise l'azote des feuilles de son hôte pour se développer. Un fort apport de fumure azotée favorise ainsi le développement de la maladie. Il est connu généralement que la maladie prend de l'importance avec l'emploi de fertilisation azotée (Ou, 1985).

Par ailleurs, l'application d'une dose élevée d'azote diminue l'hémicellulose et la lignine dans la paroi cellulaire du plant de riz. Son mécanisme de résistance est ainsi affaibli et accentue le développement de la maladie

En outre, une fertilisation azotée élevée réduit significativement la teneur en composés phénoliques qui sont pourtant toxiques pour le pathogène (Roger, 1990). Roger (1990) a également mentionné que le taux de silice dans les cellules épidermiques joue un rôle mécanique de résistance à la pénétration des pathogènes. Pourtant, un fort apport de fertilisation azotée entraîne la diminution de ce taux, augmentant ainsi la vulnérabilité de la plante à la maladie.

1.3.3.2. Les facteurs relatifs au couple hôte parasite

La rapidité de l'extension de la pyriculariose dépend de la sensibilité de la plante hôte, liée aux facteurs de résistance de cette plante, mais aussi à son état physiologique.

Des études faites sur les Hautes Terres malgaches ont montré que l'utilisation de variétés sensibles est l'une des conditions qui expliquent l'augmentation des dégâts de la pyriculariose (Andriatsimialona, 2004).

Aussi, les plants sensibles n'ayant pas de gène de résistance contre le pathogène sont des substrats favorables à de nouvelles infections. Ainsi en présence d'un pathogène virulent, ces plants sensibles favorisent les épidémies (Ratsimba, 2005). D'autre part, la capacité d'infection et de production d'inoculum d'un pathogène est d'autant plus grande que ce pathogène a un degré de virulence élevé (Ratsimba, 2005).

1.3.4. Moyens de luttres contre la pyriculariose

Les moyens de luttres contre la pyriculariose consistent à réduire le risque d'infection des plantes par la maladie. Ces moyens sont soit préventifs, soit curatifs.

1.3.4.1. Luttres prophylactiques

Il s'agit de pratiques culturales et agronomiques qui consistent à réduire au maximum les conditions de développement du pathogène.

Il faut faire des semis non denses issus de semences saines et / ou traitées (Angladette, 1966). Un semis trop dense peut entretenir un microclimat favorable au risque d'infection

Il faut pratiquer la rotation des cultures pour éviter la réserve d'inoculum dans le sol (Angladette, 1966)

Il faut éviter l'enfouissement des balles de riz issus de plants infectés dans le sol, justement pour ne pas constituer des réserves d'inoculum.

Il faut détruire les chaumes et les graminées sauvages hôtes de *Pyricularia grisea* pendant l'inter saison (Angladette, 1966).

Il faut éviter l'excès de fertilisation azotée en faisant des apports raisonnés.

L'utilisation de variétés résistantes est également un bon moyen préventif contre la pyriculariose.

La lutte génétique constitue en effet un moyen de lutte contre cette maladie. Il est à noter que la résistance pourrait se perdre après un certain nombre d'années car les populations de pathogènes se sont adaptées (Andriatsimialona, 2004). D'une part, des travaux de recherche de variétés résistantes contenant de résistance durable sont en cours. De tels travaux consistent à identifier les gènes de résistances efficaces dans un pays et à l'introduire et / ou à les accumuler dans les variétés cultivées. D'autre part, la population de *Pyricularia grisea* est également étudiée pour connaître les gènes de virulence et leur spectre qu'elle possède (ou ne possède pas) afin d'adopter les stratégies adéquates contre ce pathogène. (Andriatsimialona, 2004)

1.3.4.2. Les luttes curatives

Il s'agit en général de l'utilisation des fongicides

a) Désinfection des semences par trempage

La pyriculariose peut se conserver et se transmettre par les semences. Un trempage pendant vingt quatre heures suffit à les désinfecter. On utilise une solution de fongicide comme le Bénomyl (Benlate 50 Concentration Emulsionable CE) ou Ediphenphos (Hinosan

60 CE) à raison de 100g de produits pour 100 L d'eau. On a aussi le Thiabendazole (Tecto 60 CE) à raison de 170 g de produit pour 100L d'eau (Rasolofo et al, 1998).

Le traitement de semence confère une protection limitée (environ 30 jours). Les variétés sensibles pourraient être exposées aux attaques ultérieures si l'inoculum est présent dans le milieu (Ratsimba, 2005).

Il existe également le traitement de semences par thermothérapie pour détruire les conidies. Cela consiste à tremper les semences pendant 8 à 9 heures dans l'eau à température ambiante, puis à chauffer pendant 10min entre 50 °C et 52 °C (Angladette, 1966).

b) Traitement des plants par pulvérisation

Sur les Hautes Terres de Madagascar, le programme Phytopathologie du FOFIFA a testé avec efficacité des fongicides pour traiter des plants atteints. Parmi les fongicides testés, on peut citer le Benomyl (Benlate 50 CE) à raison de 100 kg/ha, Ediphenphos (Hinosan 60 CE) à raison de 1 L/ha de produit, le Phtalicide (Rabcide 30 WP) à raison de 1,5 kg/ha et le Tricydazole (Beam 60 CE) à raison de 0,5 kg/ha de produit (Andriatsimialona, 2004). Il est recommandé de traiter les plants en cours de végétation, quand les symptômes foliaires apparaissent. Ceci permet de préserver la récolte. Pour la lutte contre la pyriculariose paniculaire, au minimum deux traitements systématiques sont conseillés à la montaison et au cours d'épiaison.

2 à 3 traitements par la bouillie bordelaise à raison de 1000 à 1500 L/ha peuvent être efficaces contre pyriculariose des feuilles et des chaumes. De même, l'épandage lors du tallage de 1500 à 1800 L/ha peut protéger de la pyriculariose paniculaire (Angladette, 1967).

1.4. CADRE DE L'ETUDE

1.4.1. Cadre scientifique de l'étude : l'URP-SCRiD

L'URP-SCRiD (Unité de Recherche en Partenariat sur les Systèmes de Culture et de Rizicultures durables) est basé à Antsirabe au sein de la station de recherche du FOFIFA.

L'URP-SCRiD est un partenariat entre le FOFIFA, le CIRAD et l'Université d'Antananarivo.

Le FOFIFA ou Centre National de Recherche Appliquée au développement Rural, créé en 1974, est une institution malgache de recherche agronomique pour le développement rural à Madagascar. Il a pour mission de mettre en œuvre la politique nationale de recherche en matière de développement rural par la mise en œuvre des activités de recherche sur la production végétale (riziculture, cultures d'exportation traditionnelles...), la foresterie, la production animale et la pisciculture, l'hydraulique, le machinisme agricole et les études socio-économiques sur l'analyse des impacts. Au niveau du Vakinankaratra et de la Station de Recherche du FOFIFA à Antsirabe, ses activités se focalisent notamment sur la riziculture pluviale, les systèmes de culture sur couverture végétale du sol, la riziculture irriguée et les légumineuses.

Le CIRAD (Centre de Coopération Internationale de Recherche Agronomique pour le Développement) est un organisme scientifique français créé en 1984. Son objectif est de participer aux progrès scientifiques, techniques et au développement économique des pays tropicaux et subtropicaux. Ses activités couvrent les domaines de l'agriculture, l'élevage, la foresterie, la gestion des ressources naturelles et l'agro-alimentaire.

Le FOFIFA et le CIRAD ont déjà travaillé en 1984 en partenariat sur le Projet Riz d'altitude (PRA). Il s'agit de la mise au point de variétés de riz pluvial résistantes au froid et aux maladies, pouvant être cultivées à des altitudes supérieures à 1200 m.

L'URP-SCRiD est une forme de partenariat créé en septembre 2001 de la volonté du FOFIFA et du CIRAD de renforcer leur coopération pour assurer l'accompagnement agronomique et économique de l'évolution de la riziculture pluviale dans toutes les zones rizicoles malgaches notamment sur les Hautes Terres. L'Université fait partie de cette association pour promouvoir une recherche d'excellence.

L'objectif du partenariat consiste à créer une dynamique de recherche et de formation dotée d'une visibilité internationale.

L'URP s'appuie dans sa démarche sur un projet de développement de « création diffusion » de systèmes de culture pluviaux privilégiant les techniques de Systèmes de Culture sous Couverture végétale (SCV). En effet, à Madagascar, le développement de la riziculture pluviale ne permet pas de concilier les objectifs de durabilité et de production s'il est conduit de façon conventionnelle avec labour (phénomène d'érosion trop avancé sur l'île).

Ainsi, l'enjeu de développement majeur de l'unité de recherche est l'augmentation durable de la production rizicole.

Afin d'atteindre ses objectifs, l'URP-SCRiD inscrit son travail dans une approche pluridisciplinaire en considérant à la fois les analyses agronomiques, environnementales et socio-écologiques.

Ses recherches sont organisées en 3 grandes thématiques :

- ❑ Analyse de la transformation du milieu par les systèmes SCV (compréhension de la façon dont ces systèmes reconstituent la fertilité du sol, atténuent le parasitisme et les effets des aléas climatiques sur le riz en peuplement, pour aboutir à des rendements plus élevés) ;
- ❑ Contribution à la diversification des solutions techniques et à l'optimisation de la culture du riz pluvial (RP) en SCV (par la production de connaissances et outils) ;
- ❑ Contribution à l'intégration des innovations RP/SCV aux systèmes de production paysans et à la filière riz malgache (par l'identification des conditions favorables/défavorables)

Un des thèmes de recherche menés au sein de l'URP-SCRiD est l'amélioration des systèmes de culture pour lutter durablement contre les bio-agresseurs du riz pluvial, dont la pyriculariose en particulier. « Diagnostic de l'incidence de la pyriculariose du riz pluvial dans la région du Vakinankaratra » qui fait l'objet de ce rapport est un élément de ce thème. Il relève de la deuxième grande thématique de l'unité de recherche.

1.4.2. Présentation générale de la zone d'étude.

La zone d'étude est la région du Vakinankaratra.

Elle fait partie des Hautes Terres centrales de Madagascar et se trouve dans la province d'Antananarivo. Elle s'étend sur une surface de 17 496 km², ce qui représente 27% de celle de la province.

La région est limitée par les coordonnées géographiques suivantes :

- ❑ 18° 59' et 20° 03' de latitude Sud
- ❑ 46° 17' et 47° 19' de longitude Est

Elle est constituée de hauts plateaux, de collines plus ou moins escarpées et de massifs volcaniques.

1.4.2.1. Milieu physique

a) Sols

La région du Vakinankaratra est marquée dans l'ensemble par la dominance de deux types de sols (MAEP/UPDR, 2003):

- ❑ Les sols ferrallitiques couvrant une grande partie de la région. Ils sont d'évolutions très diverses pouvant porter du maïs et peuvent se prêter à la culture de pommes de terre et à l'arboriculture.
- ❑ Les sols alluvionnaires, constituant les bas fonds, portent en plus du riz les cultures de contre saison.

b) Relief

On distingue 3 ensembles naturels (MAEP/UPDR, 2003)

- ❑ Le centre est caractérisé par le massif volcanique de l'Ankaratra où se trouve la plus haute altitude de la Province d'Antananarivo qui culmine à 2 644m, le Tsiafajavona.
- ❑ Au sud, la constitution de l'Ankaratra a provoqué dans la partie occidentale une série d'effondrement, favorisant la formation de dépressions à fond alluvial et présentant de nombreux cratères et lacs .La zone méridionale, dominée par la chaîne de l'Ibity est constituée d'une succession de petites cuvettes au sol sableux
- ❑ Le Moyen Ouest de Vakinankaratra est constitué par la pénéplaine de Mandoto-Ramartina et où l'altitude s'abaisse à 1000m

c) Climat

Le climat est de type tropical d'altitude, caractérisé par l'alternance annuelle d'une saison chaude et pluvieuse d'octobre à avril, et d'une saison fraîche et sèche de mai à septembre (Fig. 6).

Il existe une variabilité thermique selon le relief. D'une part, dans les parties élevées de l'Est et du Centre, les températures moyennes annuelles se situent autour de 13°C avec des maxima de 25°C et des minima de 0°C. D'autre part, dans le Moyen Ouest, on enregistre une moyenne annuelle de température de 21°C avec des maxima de 38°C et des minima de 10°C (MAEP/UPDR, 2003).

Les précipitations tombent entre octobre et avril. Mais le pic se trouve entre décembre et mars.

Néanmoins il faut noter que les précipitations sont plus concentrées à l'Ouest alors qu'elles sont mieux étalées à l'Est. Les précipitations les plus attendues sont celles du dernier trimestre de l'année car elles permettent de semer les cultures pluviales pour bénéficier des températures favorables pendant les périodes critiques (MAEP/UPDR, 2003).

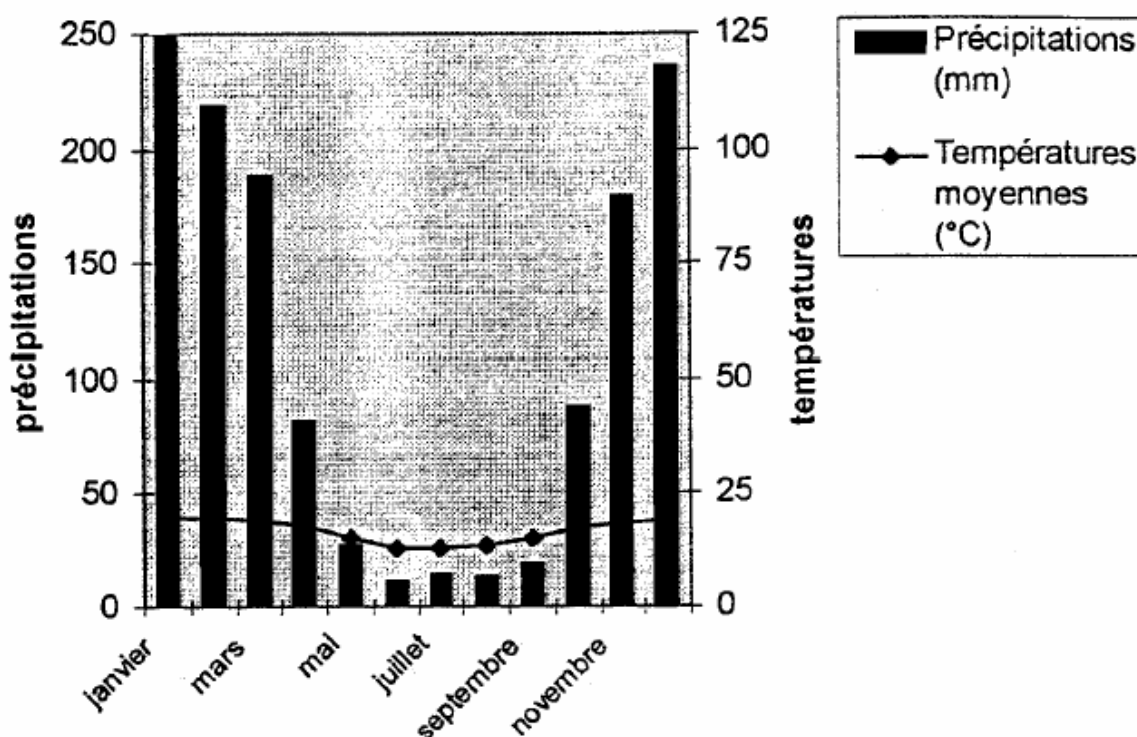


Figure 4 Diagramme ombrothermique d'Antsirabe (station aéro) in (Guyou 2003)

Une étude de Rollin, citée par Guyou (2003) a mentionnée que les températures minimales absolues dans la région du Vakinankaratra peuvent descendre en dessous de 0°C. Le nombre de jours de gel et de températures négatives dépend de l'altitude. Entre avril et octobre, on compte 1 à 10 jours de gel entre 1400 m et 1600 m et 10 à 20 jours entre 1600 m et 1800m.

d) Agriculture

La région possède une diversité de conditions agro-climatiques riche permettant une large gamme de cultures. Les produits vivriers (maïs, pomme de terre, haricot, soja, patate douce, arachide, riz) constituent la majeure partie des cultures. Elles représentent 90 % des surfaces cultivées de la région, dont 30 % de rizières (Chauvigne, 2003). En 2003, l'autoconsommation représentait 79 % de la production rizicole (Chauvigne, 2003).

1.4.2.2. Milieu humain

Le Vakinankaratra est une région essentiellement rurale dans laquelle on dénombre environ 200 000 familles paysannes (Chauvigne, 2003).

La densité globale de la population est de l'ordre de 77, 53 habitants au km². Environ 77,72 % de la population réside en milieu rural (MAEP/UPDR, 2003).

1.5. OBJECTIF DE L'ETUDE

Le riz se trouve au centre de la vie socioculturelle et économique de Madagascar. Les Malgaches en font la base de leur alimentation.

Ainsi, les systèmes de rizicultures doivent soutenir ses productions en tenant compte de l'accroissement démographique afin de subvenir aux besoins de cette population croissante.

Or, les systèmes de rizicultures malgaches sont composés majoritairement du système de riz inondé de bas fonds. Et suite aux dégradations constatées de l'environnement dues aux phénomènes d'érosion, ce système pilier subit des répercussions négatives des ensablements. Les bas fonds arrivent à saturation et les rizières subissent une dégradation de

la fertilité en s'épuisant suite à la pression démographique. Devant ce constat et face aux limites physiques et écologiques des rizicultures inondées, le riz pluvial (RP) a de bonne perspective de développement et offre une alternative pour suppléer et lever certaines des contraintes qui pèsent sur la riziculture aquatiques.

Les perspectives d'extension de la riziculture pluviale est considérable avec un potentiel de plus de 50 % des *tanety* (ou collines) cultivables sur l'ensemble du Territoire (Chauvigne, 2005).

Grâce aux différents projets de recherche menés ces dernières décennies notamment sur la création de variétés de RP d'altitude, la riziculture pluviale est en plein essor sur les Hautes Terres malgaches y compris dans la région du Vakinankaratra. Malheureusement, cette intensification en marche est accompagnée d'une aggravation des maladies fongiques telles que *Pyricularia grisea*. En effet, la région du Vakinankaratra possède une large gamme de combinaisons de conditions climatiques et de types de sols favorables au développement de cette maladie.

C'est dans ce contexte que l'URP-SCRiD, dans sa dynamique de recherche pour un développement durable du système rizicole, a entrepris des études sur la protection du riz pluvial contre ses bio agresseurs notamment la pyriculariose.

Le but de ce stage est d'appuyer ce thème par la réalisation d'un « diagnostic de l'incidence de la pyriculariose du riz pluvial dans la région du Vakinankaratra ».

Dans un premier lieu, il faut détecter la présence et faire un état des lieux de la maladie à travers toute la région en définissant des règles de décision pour déterminer les parcelles à visiter.

Ensuite, il faudrait mettre en évidence les caractéristiques du milieu et du système ayant influé sur son incidence.

2 SUIVI TERRAIN

2.1. Méthode d'évaluation de la pyriculariose

2.1.1. Critères de choix des sites d'étude.

La région du Vakinankaratra est relativement vaste et assez contrastée. Elle dispose d'une variabilité de facteurs environnementaux pouvant influencer le développement et l'épidémiologie de la pyriculariose.

Pour le choix des sites à visiter et afin de bien quadriller cette zone, nous avons pris et combiné 3 grands critères de choix :

- ❑ La présence et la répartition du riz pluvial
- ❑ La variabilité climatique
- ❑ La variabilité pédologique

En principe, chaque critère peut être considéré comme un facteur à plusieurs niveaux et la combinaison de tous les niveaux de tous ces facteurs permet de déterminer toutes les modalités ou toutes les conditions possibles.

Dans le cadre de cette étude, ces conditions ou ces modalités correspondent aux différents lieux ou sites repartis à travers la vaste zone de la région du Vakinankaratra. On aura donc dans un premier lieu les grandes délimitations géographiques (selon les critères de choix) dans lesquelles nous pourrions effectuer un échantillonnage de parcelles pour faire l'évaluation de la maladie.

En pratique, Il s'agit donc dans un premier temps de déterminer les communes où il faut se rendre pour effectuer les visites et les inspections des parcelles de riziculture pluviale. Ce travail est basé sur l'étude bibliographique de la région. En d'autres termes, on se base sur des données préexistantes issues d'études précédemment effectuées sur la région.

Par ailleurs, il faut noter qu'il existe d'autres paramètres non négligeables à prendre en compte, comme l'accessibilité aux sites, mais aussi les procédures administratives pour pouvoir librement circuler dans ces lieux. Enfin, comme il s'agit de se rendre dans le milieu

rural dans un pays bien déterminé, il faut s'adapter et s'intégrer dans la vie socioculturelle et s'investir dans de bonne relation humaine.

2.1.1.1. La présence et la répartition du riz pluvial dans le Vakinankaratra.

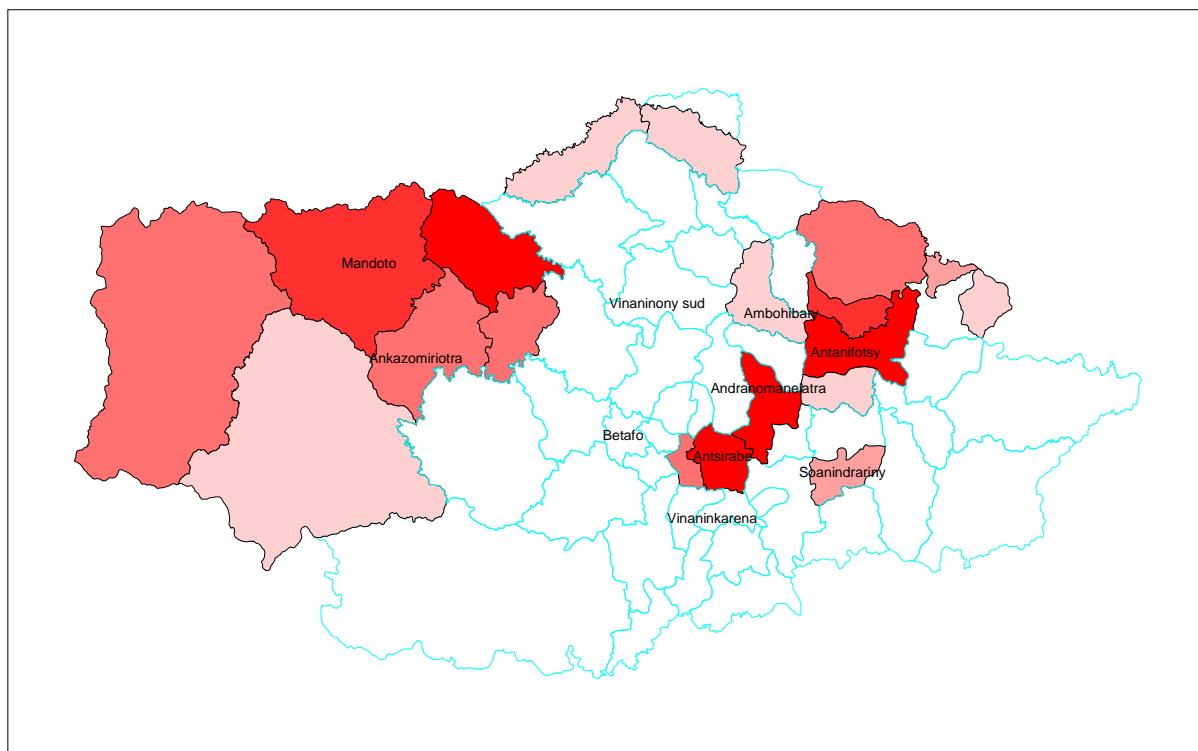


Figure 5 Carte de la répartition du riz pluvial en fonction de la production par commune et les noms des communes faisant l'objet d'une visite de parcelles (carte issue de traitement par MapInfo)

Cette première étape consiste à analyser les données existantes sur la localisation, la répartition et l'importance de la riziculture pluviale dans la région du Vakinankaratra.

Pour cela nous avons bénéficié de la réalisation de travail de Système d'Information Géographique (SIG) effectué sur la région. D'autre part, nous avons recueilli diverses données auprès d'organismes officiels concernant le l'agriculture et le développement rural tels que la Service de la Protection des Végétaux (SPV) régionale ou encore la Direction Régionale de Développement Rural (DRDR).

Avec l'utilisation du logiciel de SIG « Map Info », nous avons pu rentrer les données les plus récentes que la DRDR du Vakinankaratra disposait sur la production du riz pluvial par commune dans la région (Fig. 5)

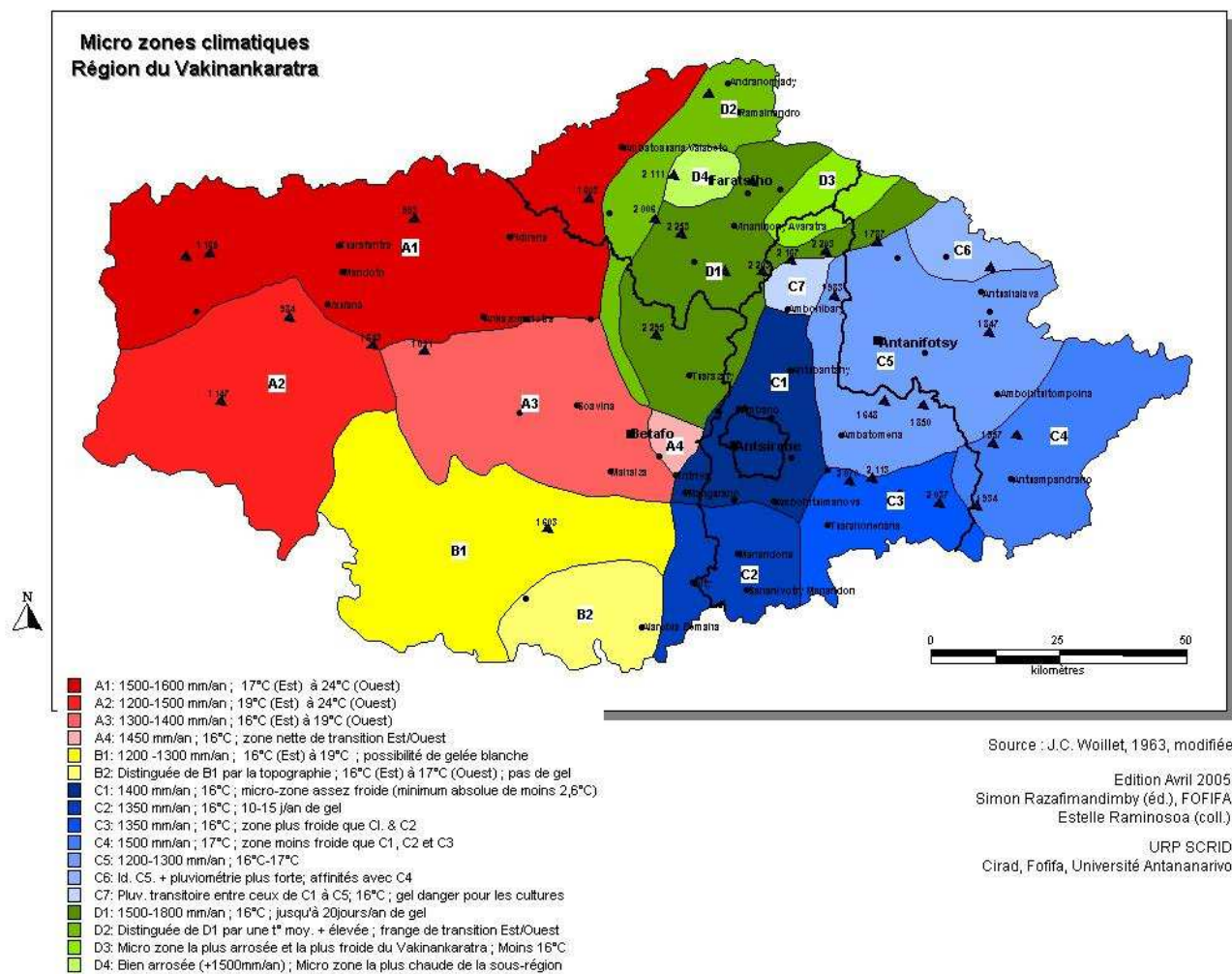


Figure 6 Carte des subdivisions climatiques, ou micro zones climatiques

Les données SIG répertorient et contiennent également des informations relatives aux caractéristiques de presque toutes les communes (des données manquantes existent toujours).

Cette figure 7 montre que le riz pluvial est en général localisé dans 2 grandes zones :

La région plate du Moyen Ouest

La région du Centre et de l'Est

Ce résultat nous a permis de déterminer deux grands axes pour le choix de nos sites :

- ❑ l'une principalement tournée vers Ankazomiriotra et Mandoto du Moyen Ouest ;
- ❑ et l'autre vers Antsapanimahazo, Antanifotsy et Soanaindrariny dans le Centre et l'Est.

2.1.1.2. Le Zonage climatique

Nous nous sommes basés sur les données SIG.

Nous avons vu précédemment dans la partie concernant les conditions de développement de la pyriculariose, que le facteur climatique est un des facteurs majeurs pouvant influencer sur le développement et l'épidémiologie de cette maladie.

En combinant avec la localisation du riz pluvial la figure 8 montre que les deux principales zones mises en évidence disposent chacune des caractéristiques climatiques et microclimatiques bien distinctes : la zone Moyen Ouest est localisé dans la micro région climatique A, et la zone Centre –Est localisée dans la micro région climatique C (Fig. 6).

Cependant, la figure 8 plus détaillée permet de mieux déterminer les subdivisions microclimatique intra zone. Ces dernières permettraient d'affiner le diagnostic de l'incidence de la maladie en fonction des différences de température et d'humidité qui peuvent être révélatrices des causes de l'importance de la maladie.

A cette étape, la localisation des communes productrices de riz pluvial fait ressortir 4 types de microclimat (Fig. 6):

- ❑ A1 : 1500-1600 mm /an 17° C Est à 24°C Ouest ;
- ❑ A2 : 1200-1500 mm /an 19° C Est à 24°C Ouest ;
- ❑ C1 : 1400 mm / an micro-zone assez froide (minimum absolue de moins de 2,6 °C) ;
- ❑ C3 : 1350 mm / an 16 °C ;
- ❑ C5 : 1200-1300 mm /an 16-17 °C.

2.1.1.3. La variabilité pédologique

La figure 7 illustre la carte de la variabilité pédologique de la région du Vakinankaratra.

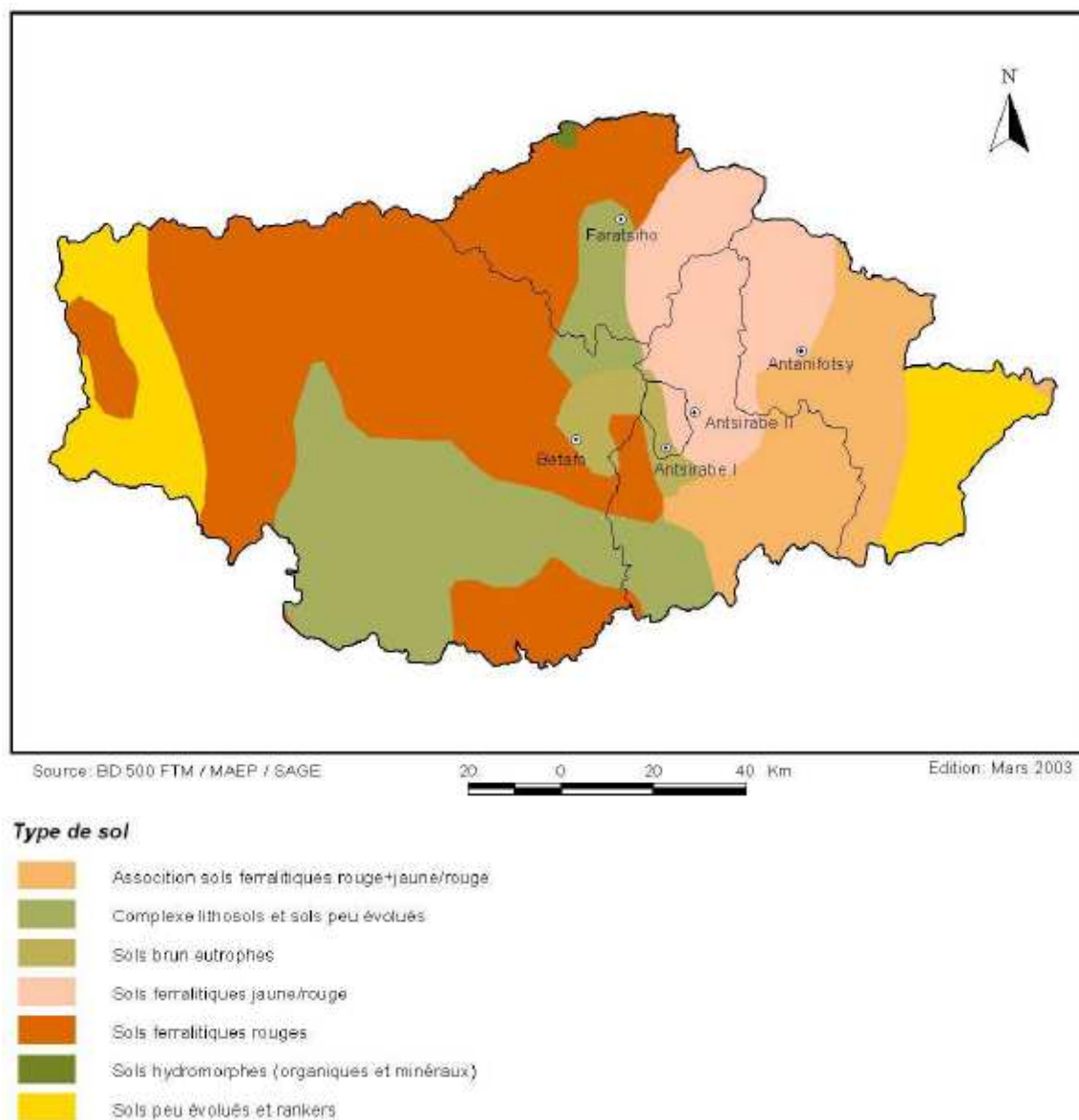


Figure 7 Carte de la variabilité pédologique de la région du Vakinankaratra

La superposition de la carte des rizicultures pluviales avec celle de la variabilité pédologique permet de distinguer principalement 4 types de sols pouvant rentrer en considération pour notre étude (Fig. 9) :

- type I : sols ferrallitiques rouges au Moyen Ouest ;

- ❑ type II : association sols ferralitiques rouge / jaune rouge à l'Est légèrement orienté sud.
- ❑ type III : sols bruns eutrophes vers le Centre ;
- ❑ type IV : sols ferralitiques jaune rouge à l'Est légèrement orienté nord ;

2.1.2. Echantillonnage des parcelles visitées dans les sites.

Deux méthodes nous ont été proposées

La première consiste à visiter sur un site donné un nombre aléatoire de parcelles. Sur le terrain, nous avons identifié globalement les différentes et les grandes diversités environnementales observables du milieu de la localité ou du terroir sur lequel nous allons effectuer la récolte des données de notre variable (c'est le pourcentage de panicules attaque par la pyriculariose dans chaque parcelle inspectée). Il s'agit d'un découpage selon le profil du milieu et la nature de son paysage. Ensuite, nous avons pris au hasard dans chaque différenciation identifiée une ou deux parcelles pour faire les observations de la maladie.

Il faut noter néanmoins que pour cette méthode, nous avons surtout insisté pour avoir l'itinéraire technique des parcelles observées.

En d'autres termes, pour cette première méthode, nous avons effectué un échantillonnage au hasard de parcelles tout en s'appuyant sur leurs itinéraires techniques. Ainsi, nous étions involontairement orientés dans notre choix, car bien que les parcelles aient été prises au hasard, nous étions contraints de prendre celles où les propriétaires étaient présents pour avoir le maximum d'information sur l'itinéraire technique. En effet, outre les mesures et les observation faites sur le terrain, nous avons demandé entre autre des information sur le précédent cultural, la nature et les doses de fertilisation azotée utilisée, le nom et l'origine de la variété cultivée, et les autres pratiques culturaux utilisés par l'agriculteur susceptibles d'aider à la diagnostic de l'incidence de la maladie.

Après réflexion au sein de l'unité de recherche sur le premier compte-rendu du travail de stage, nous sommes arrivés à une question critique : « Comment réduire les risques de passer à travers la maladie en effectuant le choix au hasard des parcelles ? »

Nous avons ainsi adopté une deuxième méthode de visite des parcelles sur les sites choisis. Il s'agit d'inspecter systématiquement, et dans la mesure du possible, le maximum de parcelles qu'on trouve dans la localité désignée. En effet, on privilégie de cette manière, de faire un meilleur état des lieux sur la présence ou l'absence de la maladie. Son incidence peut être tout de même calculé avec les mesures faites sur le terrain et le diagnostic sera faite sur les critères de choix de départ. Cependant, nous avons récoltés le plus d'informations possibles quand l'occasion nous a été offerte.

On peut mentionner en outre que toutes les parcelles visitées ont été géo référencées par GPS ou Global Positioning System.

2.1.3. Evaluation de la maladie

2.1.3.1. Caractérisation du pathogène

Au moment où nous avons effectué le travail sur terrain, le stade du riz était déjà bien avancé. La phase de maturation était commencée, le remplissage des grains était déjà bien entamé. Nos suivis de pyriculariose se concentraient sur la pyriculariose paniculaire.

La caractérisation du pathogène se fait par l'observation à l'œil nu des symptômes sur les parcelles. En fait, l'observation des symptômes de la pyriculariose paniculaire était un bon moyen pour caractériser le champignon car ils sont très spécifiques du pathogène.

2.1.3.2. Mesure et évaluation de la maladie

La saison du riz pluvial étant déjà bien avancée lors de cette période d'observation, nos mesures se sont focalisées sur les symptômes paniculaires.

Les parcelles visitées sont des parcelles paysannes, elles sont de petite taille. Nous avons ainsi l'opportunité de compter le nombre de panicules présentant le symptôme de la pyriculariose sur toute la totalité de la parcelle. Cependant, quand la parcelle était d'une taille relativement grande, nous avons effectué le comptage sur des échantillons de cette parcelle. Ces échantillons sont prélevés selon la variabilité observée sur le terrain. Aussi, nous avons pris les dimensions de la parcelle considérée pour pouvoir faire l'estimation de l'incidence de la maladie sur toute sa surface.

Pour cette étude, le diagnostic de l'incidence de la pyriculariose dans une parcelle donnée nécessite l'inspection générale de toute sa surface afin de déceler le moindre symptôme sur les panicules. C'est de cette manière qu'on en conclura si la maladie est présente ou absente. Il n'est pas rare de trouver qu'un petit nombre de panicules malades dans une parcelle, mais ce fait permettrait d'affirmer que la maladie est présente dans la parcelle ou la localité considérée.

2.1.3.3. Incidence de la maladie

Nous avons utilisé le logiciel EXCEL pour effectuer les calculs de l'incidence et le traitement des données.

L'incidence de la maladie pour chaque parcelle correspond au pourcentage de panicules présentant le symptôme de la pyriculariose par rapport au nombre total de panicules.

$$\text{incidence} = \frac{\text{Nombre de talles ou panicules infectées}}{\text{Nombre total de talles ou panicules}} \times 100$$

Le nombre de panicules infectées est obtenu par comptage sur toute la surface.

Le nombre total de panicules sur la parcelle est obtenu par la densité de la population par rapport à la surface totale de la parcelle considérée.

Le nombre total de panicules a été estimé par la formule suivante :

$$N = (L/A) * (l/B) * n$$

N : nombre total de panicule de la parcelle

L : longueur de la parcelle (en cm)

l : largeur de la parcelle (en cm)

A : écartement des poquets dans le sens de la longueur (en cm)

B : écartement des poquets dans le sens de la largeur (en cm)

n : nombre de grains par poquet

Dans le cas où le riz a été semé en ligne au lieu d'être en poquet, l'un des deux écartements, A ou B est égal à 1 ou 2 cm selon le sens de la ligne de semis, et « n = 1 »

2.2. Résultats

2.2.1. Résultat des choix des sites l'échantillonnage des parcelles

Tableau 1 : Noms des sites choisis (communes) et nombres de parcelles visitées

		ZONAGE CLIMATIQUE				
		A1	A2	C1	C3	C5
DIFFERENTS TYPES DE SOLS	Type I	Ankazomiriotra Mandoto 21				
	Type II				Soanindrariny 40	
	Type III			Antsirabe 21		
	Type IV			Andranomanelatra 16		Antsapanimahazo Antanifotsy 61

Ce tableau 1 montre les différentes possibilités de sites pouvant exister dans la région du Vakinankaratra selon la combinaison des niveaux de facteurs ou de critères de choix que nous avons évoqué précédemment. Ces possibilités sont matérialisées par le code couleur 'rouge'. Les cases non colorées signifient que les trois critères ne sont pas satisfaits. La riziculture pluviale est dans ce cas absente.

Les cases hachurées sont des modalités qui n'existent pas. En guise d'exemple, la combinaison « A1 / Type II » n'existe pas car le zonage climatique A1 concerne uniquement la région du Moyen Ouest et le type de sol qu'on y trouve, dans les zones rizicoles, est seulement du type I.

Ce tableau 1 montre également que nous nous sommes rendus sur tous les sites possibles pour y effectuer des échantillonnages de parcelles à inspecter, à l'exception de « A2 / Type I ». Cette zone nous a été fortement déconseillée en raison de l'insécurité du son secteur administratif (c'est l'une des quelques zones classées rouge à Madagascar à cause de l'insécurité).

Au total, nous avons visitées 168 à travers la région du Vakinankaratra dont 159 parcelles respectant les critères de choix. En effet, nous avons également visité 9 parcelles en dehors des zones déterminées. Ces parcelles sont situées dans des communes où la production en riz pluvial n'était pas encore enregistrée au moment des récoltes des données utilisées pour le SIG. Nous avons pris la liberté de les inspecter quand l'opportunité nous a été offerte. Il s'agit de 4 parcelles localisées à Antsoso (Betafo), 4 à Vinaninkarenina et 1 à Vinaninony Sud (Fig. 7).

2.2.2. Résultat suivi terrain

La visite des parcelles échantillonnées s'est faite en deux étapes.

La première étape était de constater l'absence ou la présence de la maladie, en observant les symptômes paniculaires qui sont bien caractéristiques de la pyriculariose.

Ensuite, quand la présence de la maladie a été constatée, nous avons procédé au comptage des panicules infectées afin de pouvoir calculer l'incidence

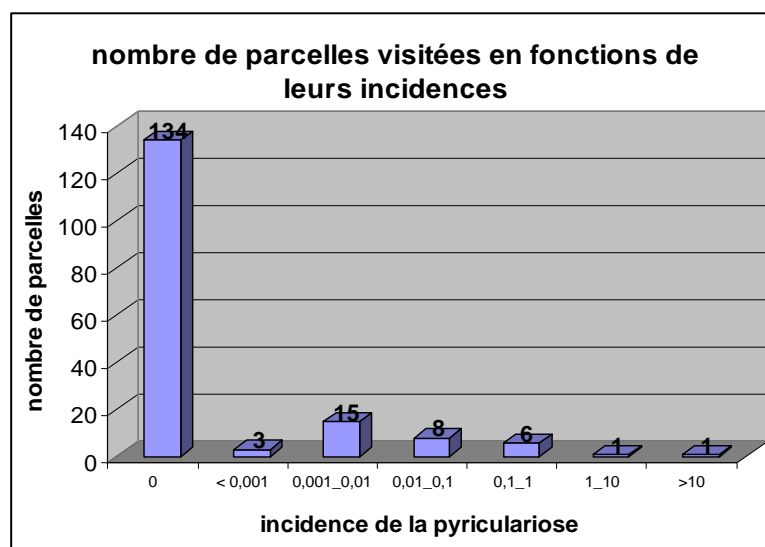


Figure 8 Histogramme des effectifs des parcelles visitées classées par en fonction de leurs incidences

Nous avons visité en tout 168 parcelles à travers la région du Vakinankaratra. C'est seulement dans 34 d'entre elles que nous avons aperçu des symptômes de la pyriculariose (Fig 8), soit 21 % de l'ensemble des parcelles visitées. En d'autres termes, 79 % des parcelles que nous avons visitées étaient indemne de la maladie (Fig. 9)

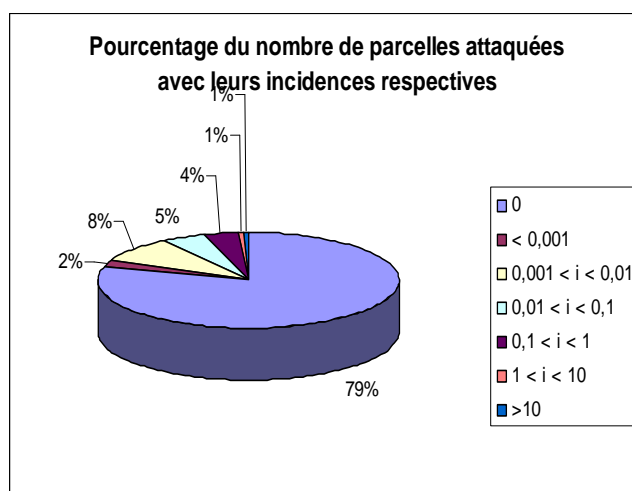


Figure 9 Diagramme en secteur du pourcentage de parcelles attaquées classées en fonction des incidences.

L'identification de ces parcelles touchées par la pyriculariose est donnée en annexe 1 de ce rapport.

Il s'avère que les incidences calculées sont relativement faibles. Il existe seulement deux parcelles accusant une incidence supérieure à 1 % dont l'une est à 3,72 % et l'autre à 54,85 %. Ces parcelles sont situées dans la région Est. Les 32 parcelles qui restent ont une incidence comprise entre 0,001 % à 1 %. Autant dire que d'après ces observations, la maladie est présente mais son incidence est plus que négligeable.

Cependant, nous avons voulu savoir s'il y a une différence des valeurs des incidences entre les zones distinguées de chaque site.

Nous avons donc classé selon chaque site les valeurs d'incidence (Annexe 2), et nous avons distingué les groupes suivants :

- ❑ groupe A : parcelles attaquées du C1 / Type IV (Annexe 1), commune Andranomanelatra ;
- ❑ groupe B : parcelles attaquées de A1 / Type I (Annexe 1), commune Ankazomiriotra et Mandoto ;
- ❑ groupe C : parcelles attaquées du C5 / Type IV (Annexe 1), Antanifotsy et Atsapanimahazo ;
- ❑ groupe D : parcelles attaquées du C3 / Type 2, Soanindrariny.

Pour cela, nous avons comparé les incidences des parcelles touchées. Pour l'analyse de ces données, nous avons utilisé des tests non paramétriques par le logiciel de traitement de données R. les résultats sont les suivants :

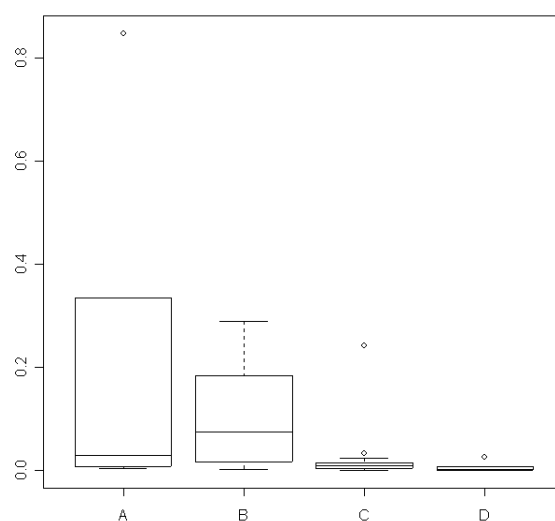


Figure 10 Diagrammes en moustaches des incidences des 4 groupes

Tableau 2 : Tests de normalité de A et de B

<p>H0: données A conformes à la loi normale</p> <p>shapiro.test (A)</p> <p>Shapiro-Wilk normality test</p> <p>data: A</p> <p>W = 0.6086, p-value = 0.0002005 < 0.05</p> <p>Décision: On rejette H0</p> <p>Conclusion: Données non normales</p>	<p>H0: données B conformes à la loi normale</p> <p>shapiro.test(B)</p> <p>Shapiro-Wilk normality test</p> <p>data: B</p> <p>W = 0.898, p-value = 0.3624 > 0.05</p> <p>Décision: On accepte H0</p> <p>Conclusion: Données normales</p>
---	--

Avant de faire les comparaisons, nous devons faire le choix des tests à utilisés. Nous avons commencé par faire les tests de normalité des données à comparer, c'est-à-dire, les séries de valeurs d'incidences de chaque groupe. Le tableau 2 montre deux exemples de ces tests qui concluent que certaines des séries de données ne sont pas normales.

Nous allons donc utiliser des tests « non paramétriques ». Nous avons plus de 3 séries de données à comparer car nous avons 4 groupes, nous allons donc utiliser le test de Kruskal-Wallis. Le détail du test est donné en annexe 3 de ce rapport.

Le diagramme en moustache (Fig.10) ne montre pas dans un premier abord, une différence entre les différentes séries de valeurs d'incidence.

Le test Kruskal-Wallis donne une « p-value » égale à 0.07079, ce qui est supérieur à 0,05. On accepte l'hypothèse du non différence.

On peut en conclure qu'il n'y a pas de différence d'incidence entre les 4 groupes. Le test confirme donc la tendance aperçue par le diagramme.

2.2.3. Discussions

Cette étude est une première dans la réalisation d'un diagnostic de l'incidence de la pyriculariose du riz pluvial dans la région du Vakinankaratra.

Certaines exploitations de la région ont déjà été suivies pour la réalisation de diagnostic agronomique et ont constituées de premier échantillonnage comme les parcelles de la commune d'Antsapanimahazo. Dans le reste de la région, il a fallu définir des règles de décision pour déterminer les parcelles à visiter et réaliser un diagnostic représentatif de l'impact de la pyriculariose de la région. Seulement il nous est arrivé lors des visites sur le terrain que nous n'avons pu inspecter que les parcelles tardives. C'est le cas d'Ankazomiriotra et de Mandoto de la région du Moyens Ouest, qui constitue l'une des grandes zones d'étude.

Il faudrait donc pour l'avenir, outre les itinéraires de visites, faire une cartographie de la précocité des cultures selon les régions pour palier à ce problème.

Par ailleurs, nous n'avons effectué qu'une seule visite des parcelles échantillonnées. Il arrive que ce passage soit trop tôt, donc on risque de rater les symptômes. En contre partie, un passage un peu tardif rend parfois difficile la bonne distinction des symptômes. Il serait mieux donc de prévoir 2 dates de passages, qui permettraient en outre de mettre en évidence une évolution de la maladie dans le temps.

Nous avons pu distinguer, lors de cette étude, différentes zones. On pourrait choisir 2 ou 3 localités par zones pour pouvoir faire des répétitions. Dans ce cas, on choisirait un nombre déterminé de parcelles pour avoir des données qui suivent la loi binomiale.

Par ailleurs, nous n'avons pas pu déterminer exactement scientifiquement une ou des raisons qui ont fait que la maladie ne s'est pas déclarée cette année. On peut prendre en guise d'exemple la raison variétale. En effet, nous n'avons pas su mettre en place une meilleure stratégie pour mieux identifier les variétés utilisées dans les parcelles visitées. Nous nous sommes basés sur les déclarations des agriculteurs. Lors des traitements des données, nous avons aperçu que ces données ne sont pas toujours fiables les rendant inexploitable. Dans ce cas, davantage de coopération avec les sélectionneurs peut être envisageable pour palier à ce

problème. En effet, la diffusion de variétés résistantes peut par exemple expliquer le fait que la maladie n'a pas pu se déclarer et se développer une année donnée.

Enfin, nous pouvons évoquer le problème du faible nombre de parcelles visitées dans certaines zones. En guise d'exemple, nous n'avons pu visiter que 15 parcelles dans la zone correspondant à la commune d'Antanifotsy. Ceci relève du problème de précocité des cultures de certaines zones que nous avons mentionnées précédemment. Lors de notre passage à cet endroit, les parcelles de riz pluvial étaient majoritairement déjà récoltées.

2.2.4. Conclusions partielles

L'inspection des 168 parcelles reparties à travers la région du Vakinankaratra a permis de conclure que l'attaque de la pyriculariose sur le riz pluvial est très faible pour cette saison de culture. Seulement 21 % des parcelles ont été atteints de la maladie dont la majorité des attaques est inférieure à 0,1 % (Fig.9)

Cependant, on peut dire que la pyriculariose est tout de même présente dans cette région car sa présence a été détectée dans tous les principaux sites.

Par ailleurs, d'après les données recueillies et analysées lors de cette étude, l'incidence de la pyriculariose dans la région du Vakinankaratra est très faible et est relativement égale pour tous les sites.

La maladie ne s'étant pas bien déclarée, on n'a pas pu mettre en évidence les caractéristiques du milieu et des systèmes qui influenceraient sur son épidémiologie.

En contre partie, l'étude a permis d'en déduire que la pyriculariose n'était pas du tout le problème majeur des riziculteurs pluviaux du Vakinankaratra pour cette année 2007.

Cependant, sa présence reste une menace constante pour le riz pluvial d'autant plus que les études antérieures ont montrées que ses attaques peuvent engendrer des pertes considérables quand les conditions lui sont favorables.

3 ENQUETE

3.1. Problématique et objectif de l'enquête

L'objet de ce stage, rappelons-nous, est de réaliser un diagnostic de l'incidence de la pyriculariose du riz pluvial dans la région du Vakinankaratra. Pour ce faire, nous avons effectué un échantillonnage de parcelles à travers cette région. 34 des 168 parcelles inspectées étaient atteintes par la pyriculariose. Mais comme nous l'avons évoqué dans la discussion, nous avons relevé un problème d'effectif insuffisant de parcelles visitées dans certaines zones.

L'étude pourra encore être complétée par des enquêtes qui permettront d'obtenir des renseignements dans un plus grand nombre de cas et qui constitueront un résultat complémentaire.

C'est la raison pour laquelle nous avons opté dans un deuxième temps à réaliser des enquêtes qui permettront d'obtenir des renseignements et des résultats complémentaires afin d'améliorer la précision des résultats dans ces zones.

La réalisation de cette enquête nécessite la mise au point d'une méthode d'enquête et d'un échantillonnage.

Cependant, nous avons soulevé une remarque :

« Comment être sûr de la connaissance de la pyriculariose par les riziculteurs ? »

En effet, nous avons constaté au cours des suivis sur le terrain qu'il y a parfois une confusion et une incertitude de certains agriculteurs sur ce sujet.

3.2. Méthodologie

Pour cette étude nous avons choisi d'utiliser « une enquête avec questionnaire ».

3.2.1. Mise au point du questionnaire

Ce questionnaire doit comporter des questions auxquelles les réponses permettront d'affiner les résultats d'étude sur le terrain, notamment ceux où l'échantillonnage est faible. Il doit être adapté au contexte et à l'environnement du lieu choisi.

L'objectif du questionnaire est en effet d'avoir des données supplémentaires sur la pyriculariose grâce aux informations que les riziculteurs pluviaux disposent.

Pour cela, nous avons formulé des questions dites « fermées ». Ce sont des questions concrètes qu'on répond par un oui, par un non, ou par un nombre (Annexe). Cependant, afin que les enquêtés puissent s'exprimer à leurs manières et à leurs façons, nous avons également intégré des questions libres, justement sur leurs propres descriptions et propres perceptions de la maladie. L'ensemble de ces types de questions permet de faire des recoupements et de vérifier ensemble avec l'interlocuteur que nous avons bien enregistré ce qu'ils ont bien voulu exprimer.

Ce questionnaire est destiné à un enquêté « bénévole ». Nous avons fait en sorte qu'il ne soit ni trop long pour éviter la lassitude de l'interlocuteur et pour ne pas empiéter sur ses heures de travail, ni trop court pour avoir trop peu d'information.

Ce questionnaire (détaillé en annexe 4) a été imprimé sur des exemplaires individuels et les principales informations recherchées lors des entretiens se portent :

- d'une part sur les connaissances personnelles des enquêtés sur la pyriculariose
 - ❑ Connaissent-ils la pyriculariose ? ;
 - ❑ d'où viennent leurs connaissances ? ;
 - ❑ reconnaissent-ils les symptômes ? ;
 - ❑ est-ce que la pyriculariose est présente chez eux ? ;
 - ❑ depuis quand ils ont aperçu la pyriculariose ? ;
 - ❑ quels moyens connaissent-ils pour lutter contre la pyriculariose ?

- d'autre part, sur les pratiques et les itinéraires techniques qu'ils utilisent.

On y trouve des questions sur le nombre et la taille des parcelles, ainsi que les estimations de leur production. Les questions sur le nom et l'origine des variétés, le mode et la nature de la fertilisation utilisée sont fondamentales pour en déduire des informations susceptibles d'apporter de précision sur les résultats du suivi sur le terrain.

3.2.2. Choix des lieux d'enquête

D'une part, les enquêtes permettront d'obtenir des renseignements qui constitueront un résultat complémentaire des suivis sur le terrain.

D'autre part, le questionnaire a été établi en prenant en compte la connaissance des lieux et de l'environnement à enquêter.

Nos choix se sont donc basés sur les critères suivants :

- les localités ou les sites choisis devraient être parmi ceux où nous avons effectué une visite systématique ; nous pourrions ainsi faire le lien entre l'enquête et les suivis sur terrain.
- Ils devraient être localisés dans des zones contrastées

3.2.3. Choix des enquêtés

Les localités choisies sont celles où les visites ont été faites de façon systématique.

Nous avons décidé d'enquêter en priorité les propriétaires des parcelles inspectées afin de pouvoir comparer leur affirmation par rapport à ce que nous avons observé sur le terrain.

Ensuite, nous avons pris le maximum de riziculteurs pluviaux qui accepteraient de nous recevoir pour réaliser l'enquête. Cependant, il faut préciser que nous avons établi un effectif minimum de 20 parcelles par zones comme objet de l'enquête.

3.2.4. Méthode d'enquête

L'enquête s'est déroulée en quatre temps :

Après l'étude au préalable pour la description et le choix des lieux d'enquête, nous nous sommes rendu sur place pour :

- prendre contact avec un interlocuteur qui pourrait nous introduire au sein de la communauté villageoise. Une fois le contact établi, nous avons formulé nos souhaits de faire auprès d'eux une enquête sur la culture de riz pluvial dans cette région (phase I, Fig. 11). Un rendez-vous a été ensuite convenu sur le lieu et le moment de la future

rencontre. Enfin, lors de cette visite exploratoire, il nous a semblé incontournable de s'intégrer au sein de la communauté afin de pouvoir se rendre disponible selon la convenance des enquêtés. Il est nécessaire dans ce cas de trouver un lieu d'hébergement sur place pour la durée de séjour d'entretien ;

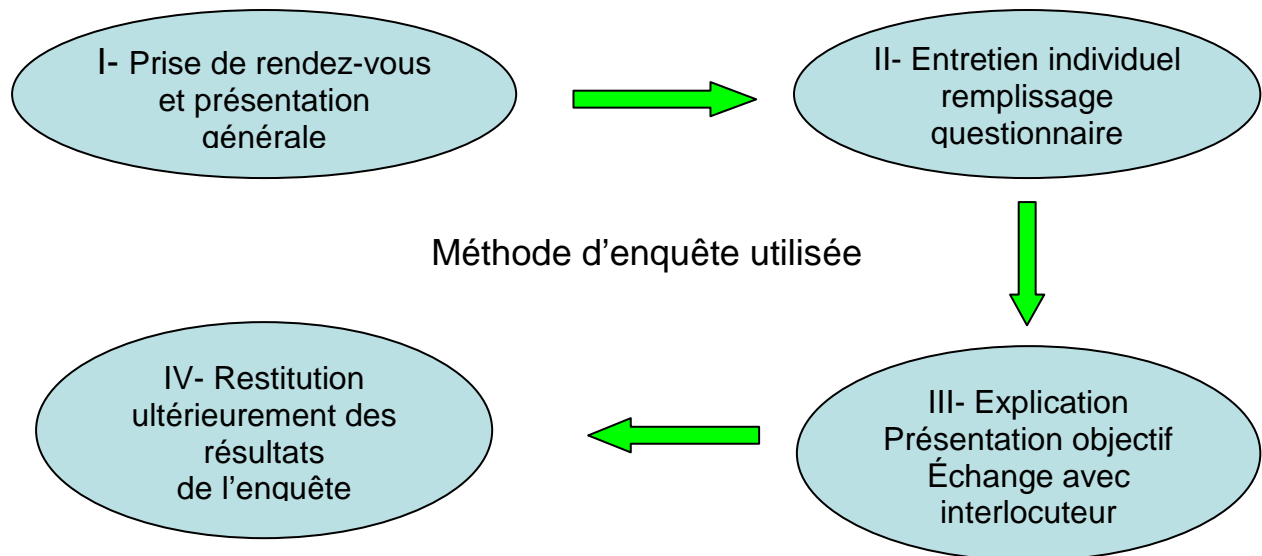


Figure 11 : Schéma synthétique de la méthode d'enquête utilisée

- au moment convenu de la rencontre, nous avons planifié au préalable avec notre contact sur le lieu, l'ordre de passage chez les enquêtés uniquement selon leurs disponibilités respectives (phase II, Fig. 11). Nous avons rencontré chaque interlocuteur individuellement, c'est-à-dire que nous avons demandé en avance pour que chaque riziculteur réponde à leur façon sans l'aide ni la présence d'un tiers. Nous avons procédé comme suit pour chaque entretien : nous avons dans un premier temps sorti le questionnaire tout en précisant que l'enquêté devrait d'abord répondre aux questions librement. C'est seulement par la suite que nous expliquons et donnons les détails sur l'objet du questionnaire. Nous leurs avons bien expliqué la raison pour laquelle nous procédons de telle manière. C'est en effet pour avoir, sans influence de notre part, leurs propres perceptions sur la question posée. Nous aimerions mentionner que l'ensemble de nos interlocuteurs a respecté cette consigne ;

- une fois le questionnaire rempli, nous avons donné nos propres points de vue sur la connaissance de la pyriculariose (phase III, Fig. 11). Nous avons utilisé des supports matériels pour montrer les symptômes de la pyriculariose. Nous avons emmené pour cela des plants de

riz présentant les symptômes typiques de cette maladie, mais également d'autres échantillons avec des symptômes similaires mais différents dus à autres choses que la pyriculariose elle-même (exemples : panicules blanches dues aux dégâts des ravageurs dans les racines, ...)

Lorsque les réponses nous semblaient être ambiguës, nous demandons confirmation de la part des enquêtés si c'est ce qu'ils ont bien voulu dire ou ils changent de version. En même temps, nous procédons à une prise de notes systématique de toutes les remarques observés et constatés lors de chaque entretien.

Enfin, nous donnons à nos interlocuteurs toutes les informations concernant cette étude : cadre général de l'enquête, les organismes impliqués, objectif général de l'enquête (à long terme), ... lors de cette étape, il faut exprimer sa reconnaissance pour les services rendus par les enquêtés car ils ont accepté gratuitement et gentiment de répondre sérieusement au questionnaire ;

- il ne faut pas oublier que la restitution des résultats auprès de ces agriculteurs enquêtés est une étape à part entière de cette procédure d'enquête (phase IV, Fig. 11).

En ce qui concerne l'analyse des données nous avons utilisé les logiciels EXCEL et WINSTAT pour effectuer le tri et les traitements de données recueillies.

3.3. Résultats

3.3.1. Caractérisation des sites choisis

3.3.1.1. Antanifotsy :

La localité d'Antanambao où la réalisation de l'enquête a été effectués se trouve à 3 km du Chef lieux de la Commune d'Antanifotsy dont les coordonnées géographiques sont enregistrées par le GPS sont :

- ❑ 47° 19' Longitude Est
- ❑ 19° 38' Latitude Sud

Le site se trouve aux environs de 1 500 m d'altitude et cette zone est caractérisée par un régime pluviométrique à 2 maxima (décembre et mars) et relativement faible de 1200-1300 mm par an. La station météorologique d'Antanifotsy gare a enregistré une pluviométrie annuelle moyenne de 1 335 mm dans cette zone (DRDR 2003).

Les températures moyennes annuelles sont de 16°C – 17°C.

Le sol est de type ferralitique jaune rouge

3.3.1.2. Soanindrariny :

La localité de Manarintsoa Sud se trouve à 4 km au sud est du Chef lieux de la commune de Soanindrariny. Les coordonnées géographiques enregistrées par GPS sont :

47° 14 Longitude Est

19° 52 Latitude Sud

Le site se trouve aux environs de 1 800 m d'altitude et cette zone est caractérisée par une pluviométrie moyenne de 1350 mm par an et des températures moyennes de 16° C.

Le sol est de type association sols ferralitiques rouge / jaune rouge.

3.3.2. Résultats de l'échantillonnage

Tableau 3 : Nombre de personnes interrogées et le nombre et surfaces des parcelles

	Nombre de personnes enquêtées	Nombre de Parcelles enquêtées	Moy. nombre parcelle par personne	Surface moyenne par personne (m²)
SOANINDRARINY	18	36	2	1850
ANTANIFOTSY	19	30	1 à 2	1100

Dans les deux sites d'enquête, nous avons pu interroger au total 37 personnes qui représentent un effectif d'échantillon de 66 parcelles enquêtées. Il arrive en général qu'une même personne possède deux parcelles de riz pluvial, notamment sur le site de Soanindrariny. Dans ce cas, comme il s'agit d'une enquête concernant l'état des parcelles par rapport à la pyriculariose, nous avons donc considéré une personne ayant deux parcelles comme deux enquêtés. De cette manière, nous avons récolté deux jeux de données auprès d'une seule personne, ce qui représente un gain de temps précieux lors des enquêtes.

Par ailleurs, nous pouvons déduire de ce premier résultat que la taille moyenne des parcelles du riz pluvial au site de Soanindrariny est supérieure à celle d'Antanifotsy. Ce résultat est pris en compte pour les calculs des rendements, donc de déduire une information sur la sévérité de la maladie qui est donnée par l'estimation des agriculteurs eux-mêmes.

3.3.3. Bilan sur la connaissance de la pyriculariose.

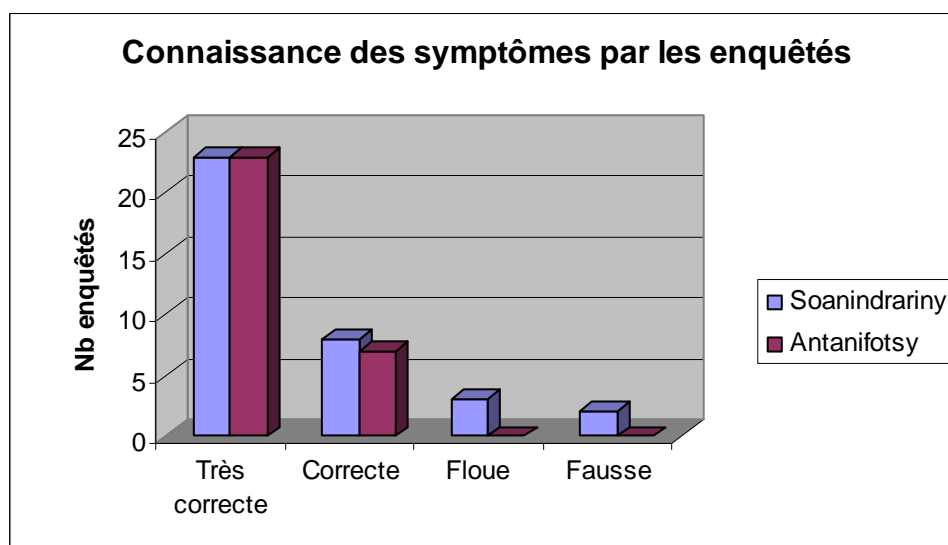


Figure 12 Histogramme sur la connaissance des symptômes de la pyriculariose

En ce qui concerne la connaissance de la pyriculariose par les riziculteurs, nous pouvons dire que :

Les riziculteurs d'Antanifotsy connaissent assez bien les symptômes de la pyriculariose. En effet, aucune fausse réponse n'a été enregistrée en ce qui concerne la description des symptômes par les enquêtés eux-mêmes. Dans ce cas, on peut se fier à leurs réponses en ce qui concerne la reconnaissance, à la présence ou l'absence de la maladie dans leurs parcelles.

Pour Soanindrariny, nous avons enregistré 5 mauvaises réponses ou ambiguës. Mais cela donnera tout de même un aperçu de la connaissance de la maladie auprès des riziculteurs.

Une réponse est considérée correcte quand la description des symptômes est également correcte. Elle est très correcte quand l'enquêté donne des détails sur les symptômes similaires d'autres maladies ou ravageurs auxquels on peut confondre la pyriculariose. Elle est floue justement quand il y a ambiguïté vis-à-vis de ces autres symptômes similaires.

Cependant, nous pouvons dire que dans la plus grande majorité, la connaissance des symptômes de cette maladie par les riziculteurs s'arrête au niveau de la pyriculariose paniculaire. Aucun des enquêtés ne connaissait les autres symptômes telles que la pyriculariose foliaire ou encore la pyriculariose nodale.

Personne n'a mentionné sur l'agent pathogène responsable ni sur les conditions d'apparition et de développement de la maladie. Cependant, parmi les enquêtés, certains ont fait remarqué que l'incidence de la maladie de la maladie était plus importante sur les lieux d'entreposage du fumier sur le sol. Ils ont fait également le rapport entre une culture dense et le développement de la maladie.

D'autre affirmation consiste à dire que certains agriculteurs ont remarqué qu'il y avait plus d'attaque de la maladie quand ils ont utilisé du NPK et du lisier de porc.

Mais en général pour cette étude, on peut dire que la connaissance et la reconnaissance des symptômes paniculaire suffit pour la validité des données, d'autant plus que 61 réponses sur 66 sont justes.

3.3.4. Bilan sur la connaissance des moyens de lutte contre la pyriculariose

Aucun des enquêtés n'a donné une réponse catégorique sur la connaissance des moyens de luttres cote la pyriculariose. Tout le monde a affirmé être démuni face à la pyriculariose. Ils ont surtout réclamé une solution de type chimique : ils ont demandé s'il existe de produit, notamment chimique qui leur permettrait de lutter contre cette maladie.

Cependant, compte tenu de leurs propres observations sur le terrain, ils ont procédé à des moyens de luttres cultureux tout aussi efficaces.

Ils ont ainsi raisonné par exemple l'apport de fumier pour contrôler le *Matifotsy* car ils ont conclu que c'est l'excès de fertilisation qui nourrit cette maladie. Cette dernière se développe surtout là où on a déposé le fumier, donc, là où il y a trop de fertilisation.

Il y en a qui réduit la densité de semis car il y a plus de maladie quand la culture est trop dense.

Enfin, certaines personnes ont remarqué que la variété traditionnelle qu'ils reprennent depuis quelques saisons, notamment la variété « FOFIFA 133 » est de plus en plus attaquée par la maladie, et que les pertes de rendements augmentent considérablement d'une année à l'autre. Parallèlement, ils ont constaté qu'une nouvelle variété « *TSIPOLITRA* » qui

commence à circuler entre les riziculteurs est indemne de la pyriculariose et que en plus, elle se prête bien au climat en altitude des sites visités. Le rendement est meilleur.

3.3.5. Bilan sur la sévérité de la pyriculariose dans les parcelles d'enquête.

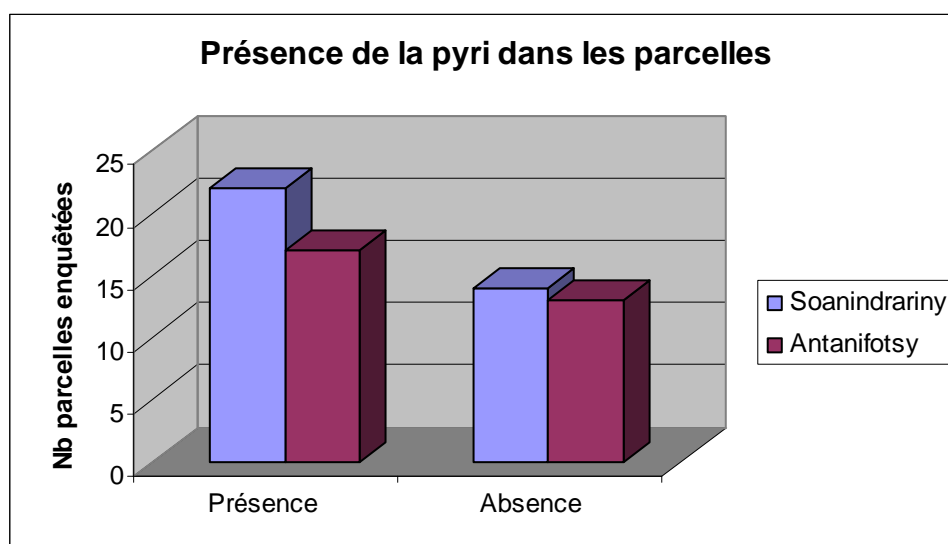


Figure 13 Histogramme de la présence et absence de la maladie dans les parcelles

On peut dire que d'après ces enquêtes, que la pyriculariose était présente dans les champs pour cette saison de culture. 22 parcelles sur 36 étaient attaquées sur Soanindrariny et 13 sur 30 à Antanifotsy.

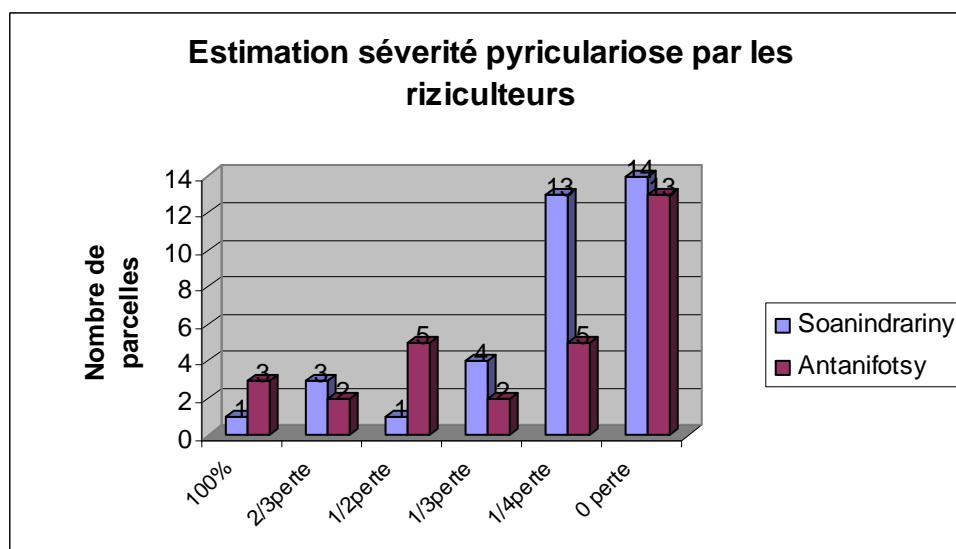


Figure 14 Histogramme des parcelles classées selon l'échelle de sévérité

La liste des parcelles et leurs sévérités relatives est donnée en annexe.

On voit par cette figure que la sévérité de la maladie est très variable dans les deux sites.

Il existe des parcelles fortement attaquées dont les pertes estimées sont presque à 100 % bien qu'elles sont peu nombreuses dans les deux localités. Le nombre des parcelles est plus élevé vers la classe des sévérités nulle à moins d'un quart de perte, le graphique suit une tendance : il y a de moins en moins de nombre de parcelles au fur et à mesure que la sévérité augmente.

Tableau 4: Pourcentage des effectifs de parcelles selon la classe de sévérité

% effectif	100%	2/3perte	1/2perte	1/3perte	1/4perte	0 perte
Antanifotsy	10	7	17	7	17	43
Soanindrariny	3	8	3	11	36	39

Ce tableau pourrait montrer que seulement 39 % du nombre de parcelles enquêtées sont indemnes de la maladie à Soanindrariny contre 43 % à Antanifotsy. En d'autres termes, il y aurait plus de nombre de parcelles attaquées à Soanindrariny qu'à Antanifotsy.

Mais en termes de sévérité, d'après les estimations par les agriculteurs et ces pourcentages de nombre, on pourrait dire que la maladie est plus sévère à Antanifotsy qu'à Soanindrariny. En effet, on a 75 % des parcelles de Soanindrariny à moins de un quart de perte contre 60 % pour Antanifotsy. Cela voudrait dire que seulement 25 % des parcelles auraient une perte supérieure ou égale à un quart du rendement à Antanifotsy.

3.3.6. Bilan sur les rendements

Tableau 5 : Différentes valeurs des estimations des rendements

Rendement (T/ha)	Réel	Espéré	Perte	Perte Pyri
Antanifotsy	1,4	3,1	1,7	0,78
Soanindrariny	1,3	4,7	3,4	0,4

Dans le questionnaire, nous avons demandé aux enquêtés, l'estimation de leurs productions réelles par parcelle, l'estimation des productions espérées, ainsi que les estimations des pertes dues à la pyriculariose. C'est ainsi que nous avons pu calculer ces estimations de rendements en sachant les surfaces de chaque parcelle.

D'après ce tableau, on peut dire que :

A Antanifotsy, ils ont accusé une perte de 1,7 T/ha dont 0,78 T/ha dues à la pyriculariose. Ce qui équivaut à 46 % de pertes causées par la maladie. La pyriculariose n'est donc pas la seule contrainte subie par la riziculture pluviale. L'enquête a révélé également les problèmes d'ordre climatique (les cyclones successifs, puis sécheresse), ainsi que des problèmes d'attaques de ravageurs tels que *Heteronychus plebeijus*.

A Soanindrariny, les pertes s'élèvent à 3,4 T/ha dont 0,4 T/ha dues à la maladie soit une perte de 13 %. Le problème du riz pluvial dans cette région est surtout d'ordre climatique pour cette saison de culture.

3.4. Discussions

Les agriculteurs ont en fait un bon sens de l'observation car presque la totalité des personnes enquêtées ont appris à reconnaître dans leurs champs les symptômes de la pyriculariose. Ensuite, ils enrichissent leurs connaissances souvent avec des échanges d'expérience entre eux. Cependant, ils montrent un intérêt certain quant au programme de sensibilisation concernant l'agriculture. En effet, lors de la restitution de nos résultats d'enquête, ils participent activement, et sont très coopérants. Ils ont bien ciblé le problème et attendent à une solution quasi instantanée. Dans notre cas, ils ont beaucoup apprécié les conseils de pratiques culturales pour lutter contre la maladie, mais ils n'en attendent pas moins à ce qu'on leur fournisse directement des semences traitées ou résistantes.

Par ailleurs, nous avons constaté que malgré leur bonne connaissance, par exemple sur la connaissance des symptômes paniculaires, ils ne font pas la distinction des effets. Ils font une bonne évaluation des pertes globales mais ils ne font pas les parts des incidences et des sévérités selon les causes.

Mais les résultats obtenus auprès de ces agriculteurs fournissent tout de même des informations qualitatives même si on ne peut pas exactement s'y fier à cause des approximations. Nous avons pu par exemple faire ressortir les faits selon lesquels, la commune d'Antanifotsy enregistre d'après les résultats des estimations données par les riziculteurs eux-mêmes, une sévérité dont la valeur est au dessus de celle de Soanindrariny. Nous ne pouvons pas dire que ceci est statistiquement significatif, mais en revanche, nous avons recueilli des informations intéressantes sur la pratique commune de l'auto semence, dans ces sites. Antanifotsy est une plus ancienne zone rizicultrice que Soanindrariny, les

variétés utilisées sont également plus anciennes. Elles étaient plus sensibles à la maladie que les nouvelles variétés introduites à Soanindrariny plus récentes.

3.5. Conclusions partielles et perspectives

L'enquête effectuée lors de cette étude a confirmé la présence de la pyriculariose. Son incidence et sa sévérité ne sont pas importantes dans les deux sites. La maladie ne constitue donc pas la contrainte majeure du riz pluvial pour cette année.

Les riziculteurs sont très coopératifs, et une perspective de travail en commun auprès d'eux peut être assez bénéfique. Avec la mise au point d'un protocole de travail, cette coopération pourrait être mise en place réellement. D'ailleurs, ces deux sites peuvent faire l'objet d'un réseau de suivi et de surveillance.

Une étude variétale plus poussée dans ces sites peut donner lieu à un test de significativité du résultat selon lequel, Antanifotsy étant une plus ancienne zone cultivatrice de riz pluvial que Soanindrariny enregistrait une sévérité plus élevée de la maladie. On peut en déduire que :

- ❑ L'utilisation des anciennes variétés devenues sensibles favorise le développement de la maladie.
- ❑ Il y a un problème de diffusion et de vulgarisation des solutions déjà proposées dans cette zone, les informations n'étant pas arrivées jusqu'à la localité où nous avons effectué les entretiens

Il faut être critique par rapport aux chiffres avancés lors de ces entretiens, ils sont parfois surestimés surtout lorsqu'il s'agit d'estimer les pertes de rendement. En effet, lors du suivi terrain, nous avons enregistré une sévérité de l'ordre d'environ 5%, estimé à plus 90 % par l'agriculteur. Les attaques que nous avons remarquées lors de notre passage étaient plus d'ordres climatiques. (5 % de panicules blanches réparties sur toute la parcelle peuvent être plus spectaculaire que sévère)

Conclusion

Les activités de recherches menées par l'URP-SCRiD sont destinées à assurer l'accompagnement agronomique et économique de l'évolution de la riziculture pluviale à Madagascar et notamment sur les Hautes Terres.

La région du Vakinankaratra située dans les Hautes Terres malgaches est une zone de prédilection au développement de la riziculture pluviale. Ce développement qui se doit d'être durable passe avant tout et entre autres par la capacité de ce système de culture à combattre ses ennemies naturelles dont la pyriculariose est l'une des plus redoutables. Ce sont les raisons pour lesquelles des projets d'études ont été effectués justement pour promouvoir des moyens de lutte contre cette maladie. Mais pour que ces moyens de luttés soient efficaces et optimums, il est indispensable de bien définir les conditions du milieu afin de prendre les décisions les plus adéquates.

L'étude du stage qui consiste à réaliser un « diagnostic de l'incidence de la pyriculariose du riz pluvial dans la région du Vakinankaratra » est donc nécessaire car cela permettrait de hiérarchiser les facteurs et conditions locales, donc de définir les actions prioritaires à prendre en matière de conseil technique ou de programmes expérimentaux.

Pour ce faire, un travail de suivi de terrain a été effectué pour déterminer l'incidence de la maladie dans la région. Il a été suivi d'une enquête pour avoir des informations complémentaires

L'ensemble des résultats ont permis de conclure que :

- ❑ La maladie causée par *Pyricularia grisea* est bien présente sur le riz pluvial dans la région du Vakinankaratra.
- ❑ Son incidence est faible pour cette saison de culture mais elle reste une réelle menace pour cette culture dans cette région.
- ❑ Les conditions climatiques défavorables au développement du riz pluvial étaient la contrainte majeure empêchant la maladie de s'exprimer.
- ❑ Les résultats de l'enquête ont confirmé les résultats des suivis. Une perspective de travail avec les riziculteurs locaux est envisageable pour

constituer des parcelles et de réseau de surveillance de la maladie pour estimer les risques potentiels de la maladie dans les conditions paysannes.

En ce qui concerne le travail de stage, l'échantillonnage doit être amélioré par l'intégration du facteur précocité du riz dans chaque zone.

Le travail de stage a permis en outre de mettre en évidence différentes zones de distribution du riz pluvial dans le Vakinanakaratra selon les critères pédoclimatiques. La maladie ne s'étant pas bien déclarée, le travail de diagnostic n'a pas pu hiérarchiser ces conditions qui sont toutes potentiellement favorables au développement de la maladie.

Cependant, le travail de diagnostic de l'incidence de la pyriculariose reste indispensable dans l'optique d'améliorer les moyens de lutttes. Les travaux d'amélioration variétale suivent son cours, mais le réseau de surveillance qu'on peut mettre en place grâce à ce travail reste indispensable car pour l'instant, le pathogène arrive tout de même à contourner la résistance au bout d'un certain temps.

Références bibliographiques

AKATOR S.K., 1981. Méthodes de lutte contre la pyriculariose du riz au Togo. In : *Comptes-rendus du symposium sur la résistance du riz à la pyriculariose*. GERDAT (Groupement d'Etudes et de Recherches pour le Développement de l'Agriculture tropicale), Montpellier. : 45-50.

ANDRIANARISOA B., 1970. *La pyriculariose du riz*. Mémoire de fin d'étude, ESSA, Département Agriculture, Université d'Antananarivo, 93p.

ANDRIANTSIMALONA D., 2004. *Les maladies du riz sur les Hautes Terres*, FOFIFA, 4 p.

ANGLADETTE A., 1966. *Le riz*, Ed. Maisonneuve et Larose, Paris, 930p.

AWODERU V.A., OJOMO, 1981, *Sélection et analyse génétique de variétés de riz résistant au Nigeria*. In : *Comptes-rendus du symposium sur la résistance du riz à la pyriculariose*. GERDAT, Montpellier, 205-216.

CHAUVIGNE V., 2005. *Enjeux et perspectives du développement de la riziculture pluviale à Madagascar*. Mémoire de DESS Pratiques Sociales du Développement « Actions de développement locales et sectorielles », Université de Paris 1, Paris. 115p.

CHEVAUGEON J., MAKOUNZI J.A., 1981. Variabilité de *Pyricularia oryzae* en Afrique de l'Ouest. In : *Comptes-rendus du symposium sur la résistance du riz à la pyriculariose*. GERDAT, Montpellier : 45-67.

DAOULE, 1981. *Comportement de riz*. In : *Comptes-rendus du symposium sur la résistance du riz à la pyriculariose*. GERDAT, Montpellier, 117p.

DPV-GTZ., 1990. *Pyriculariose du riz/ Menalavitra. Fiche technique de la protection de la culture*. Madagascar, Fiche N°2, 5p.

GUYOU C., 2003. *Etude diagnostic de la situation agraire de la région d'Antsirabe I*. Mémoire de DESS, Université de Paris 1 INAP-G, 67p.

HARI K., 1997. *Systèmes améliorés de riziculture pluviale*, FAO, (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et Agriculture) Rome, 119p.

MEYNARD J-M., DAVID G., 1992, *Diagnostic de l'élaboration du rendement des cultures*. *Cahiers Agricultures*, 1 : 9-19.

NOTTEGHEM J-L., 1981. Analyse des résultats d'inoculation des 67 variétés de riz par 15 souches de *Pyricularia oryzae*. In : *Comptes-rendus du symposium sur la résistance du riz à la pyriculariose*. GERDAT, Montpellier. : 75-94.

OU SH., 1981, Variabilité pathogène de *Pyricularia oryzae*. In : *Comptes-rendus du symposium sur la résistance du riz à la pyriculariose*. GERDAT, Montpellier. : 167-172.

OU SH., 1985. *Rice Diseases*. Cambrian News, Deuxième édition, 370 p.

RATSIMBA R., 2005. *La Pyriculariose du riz dans la région du Vakinankaratra : incidence et contrôle*. Mémoire de fin d'étude, Filière Sciences Agricole, ASJA (Athénée Saint Joseph Antsirabe), 41p.

ROGER CORBAZ, 1990. *Principe de phytopathologie*. Presses polytechniques, Universitaires Romandes, 255p.

SERE Y., 1981. La lutte contre la Pyriculariose en Haute Volta. In : *Comptes-rendus du symposium sur la résistance du riz à la pyriculariose*. GERDAT, Montpellier. : 51-66

UPDR/FAO, 2000. *Diagnostic et perspectives de développement de la filière riz à Madagascar*. 91 p.

Les annexes

Annexe 1 : Les différentes parcelles attaquées par la pyriculariose et leurs incidences

Parcelles	Identification	Groupe	panicules infectées	panicules tot	Incidence
Andranomanelatra Fiadanana	fiadanana	A	7700	1625000	0,8482
Andranomanelatra fandrindrano	23		10916	3250000	0,3358
Andranomanelatra fandrindrano	24'		1	27500	0,0036
Andranomanelatra magasin	magasin		2	6875	0,029
Andranomanelatra	magasin		2	27500	0,0072
Soanindrariny Ambohitra	20'		15	56875	0,0263
Soanindrariny Ambohitra	21'		2	56875	0,0035
Soanindrariny	adj.maire1		3	687500	0,0004
Soanindrariny	adj.maire2		14	825000	0,0016
Soanindrariny Ambatomainty			1	125000	0,0008
Vinaninkarena					
Ampandrotrarana	28		1	17187,5	0,0058
Antanifotsy	41		2	112500	0,0017
Antanifotsy Antanambao	A		2	16666	0,012
Antanifotsy Antanambao	B		868	23333	3,72
Antanifotsy Mahalavaolona	I		6	25000	0,024
Antanifotsy Mahalavaolona	II		2	37500	0,0053
Antanifotsy Mahalavaolona	III		3	31250	0,0096
Antanifotsy Mahalavaolona	IV		15	100000	0,015
Antanifotsy Mahalavaolona	V		10	100000	0,01
Antsapanimahazo	p23		74	225000	0,0328
Antsapanimahazo	p25		2	60000	0,0033
Antsapanimahazo	p26		9	450000	0,002
Antsapanimahazo	p27		2	146000	0,0013
Antsapanimahazo	p31		2	442000	0,0004
Antsapanimahazo	p44		33	500000	0,0066
Antsapanimahazo	p25'		73	30000	0,2433
Antsapanimahazo	p43		96000	175000	54,85
Antsapanimahazo	22		2	18000	0,0111
Ankazomiriotra Antanetikely Ma.	44		4	262500	0,0015
Ankazomiriotra Antanetikely Ma.	46		10	56250	0,0177
Vinany Mazoto Amparihy	51		365	325000	0,1125
Ivory	17		188	65000	0,2901
Ivory	18		80	43333	0,1846
Ivory	19		7	18750	0,0363

Annexe 2 : valeurs des incidences classées par zones (tableau rentré avec extension ‘.txt’ pour être calculé par le logiciel R

	A	B	C	D
1	0.8482	0.0015	0.0017	0.0263
2	0.3358	0.0177	0.0120	0.0035
3	0.0036	0.1125	3.7200	0.0004
4	0.0290	0.2901	0.0240	0.0016
5	0.0072	0.1846	0.0053	0.0072
6	NA	0.0363	0.0096	0.0008
7	NA	NA	0.0150	NA
8	NA	NA	0.0100	NA
9	NA	NA	0.0328	NA
10	NA	NA	0.0020	NA
11	NA	NA	0.0013	NA
12	NA	NA	0.0040	NA
13	NA	NA	0.0066	NA
14	NA	NA	0.2433	NA
15	NA	NA	0.0111	NA
16	NA	NA	54.8500	NA

Annexe 3 : Détail des calculs des tests effectués par le logiciel R
(Ihaka R. & Gentleman R. 1996.R: a language for data analysis and graphics.
Journal of Computational and Graphical Statistics 5: 299-314)

□ Test de normalité de A:
*shapiro.test(A) (normalité A)
Shapiro-Wilk normality test
data: A
W = 0.6086, p-value = 0.0002005

□ Test de normalité de B
* shapiro.test(B) (normalité B)
Shapiro-Wilk normality test
data: B
W = 0.898, p-value = 0.3624

□ Test de comparaison des 4groupes
* kruskal.test(datt1) comparaison des incidences des 4 groupes.
Kruskal-Wallis rank sum test
data: datt1
Kruskal-Wallis chi-squared = 7.035, df = 3, p-value = 0.07079

Annexe 4: Exemple du formulaire du questionnaire

Diagnostic de l'incidence de la pyriculariose du riz pluvial dans la région du Vakinankaratra

Nom :

Lieu :

Date :

Nom de l'enquêteur : RAKOTONINDRAINA Toky

- 1) Connaissez-vous la pyriculariose. (Oui/ Non)
- 2) Pour vous, quels sont les symptômes dus à cette maladie ?
- 3) Comment avez- vous connu cette maladie ?
- 4) Est-ce que vous arrivez à reconnaître cette maladie dans les champs ? (Oui/Non)
- 5) Connaissez-vous un ou des moyens pour lutter contre cette maladie ?
- 6) Lesquels ?
- 7) En quelle année avez-vous aperçu la pyriculariose pour la première fois ?
- 8) En quelle année il y a eu le plus de dégâts dus à la pyriculariose ?
- 9) Quelle est la superficie totale de votre exploitation ?
- 10) En riziculture irrigué ?
- 11) En RMME ?

12) En tanety ?

13) En riz pluvial ?

14) Depuis quand avez-vous fait du RP ?

15) Combien avez-vous de parcelles de RP ?

Nom :

Parcelle :

GPS :

16) Surface de la parcelle

17) Avez-vous eu de la pyriculariose dans la parcelle de RP ? (Oui/Non)

18) Quelle a été la production en RP ? (En kg)

19) A combien estimez-vous les pertes à cause de la pyriculariose ?

20) Quelle variété avez-vous utilisé ?

21) Origine de la variété (vulgarisateur, projet, ...)

22) Pratiquez-vous l'auto semence ? (Oui/Non)

23) Avez-vous utilisé de fertilisation ?

24) Quel type de fertilisation ? (Fumier, poudrette de parc, compost,...)

25) Comment faites- vous le fumier ?

26) En quelle quantité ?

27) Quel est votre précédent cultural ?

28) Faites-vous des traitements phytosanitaires ? (Oui/Non)

29) Quel type de produit ? (Fongicide, insecticide)

30) Quelle dose ?

- 31) Utilisez-vous un herbicide ?
- 32) Quelle dose ?
- 33) Combien de sarclages faites-vous ?
- 34) Quel type ? (Manuel, mécanique, chimique)
- 35) Préciser le nombre pour chaque type
- 36) Avez-vous identifié d'autres maladies ou ravageurs ?
- 37) Sur cette parcelle, quelle est votre principale contrainte ?

Annexe 5 : Noms de enquêtés ainsi que les valeurs des sévérités des parcelles.

Nom	Village	Prod (kg)	Perte(kg)	Pert_pyr	Sévérité	% sévér
RAJERISON N. J. E.	1	200	300	0	0	0
RAZAFINIARIVO PERPETUE	1	150	150	0	0	0
RAZAFINIARIVO PERPETUE	1	150	150	0	0	0
RAKOTONDRA SOA BASILE	1	400	100	0	0	0
RASOANAIVO THEODORE G.	1	20	30	30	0,6	60
RAKOTOARISOA PHILIBERT	1	100	100	100	0,5	50
RAKOTOARISOA PHILIBERT	1	75	75	75	0,5	50
RAZAFIMAHATRATRA J.	1	200	300	100	0,2	20
RASOAMANALINA J.	1	50	350	100	0,25	25
RASOAMANALINA J.	1	100	300	150	0,375	37,5
RASOAMANALINA J.	1	50	150	0	0	0
RABEMALANTO J. P.	1	0	400	0	0	0
RABEMALANTO J. P.	1	170	1000	0	0	0
RABEMALANTO J. P.	1	0	1000	0	0	0
RABEMALANTO J. P.	1	170	400	0	0	0
RABEMALANTO J. P.	1	400	3000	0	0	0
RASOANOMENJANAHARY	1	300	700	50	0,05	5
RAZAFISAONA RENE	1	120	40	20	0,125	12,5
RAZAFISAONA RENE	1	40	200	60	0,25	25
RAZAFISAONA RENE	1	80	80	40	0,25	25
RAZAFISAONA RENE	1	120	40	20	0,125	12,5
RABENJANAHARY	1	150	50	25	0,125	12,5
RAKOTOTMANANTSOA L.	1	50	450	400	0,8	80
RAKOTOTMANANTSOA L.	1	25	450	0	0	0
RAKOTOSON ALBERT	1	50	150	10	0,05	5
RAKOTOSON ALBERT	1	25	75	5	0,05	5
RAKOTONIAINA J. B.	1	120	80	20	0,1	10
RAKOTONIAINA J. B.	1	40	40	10	0,125	12,5
RAHARIMAHEFA AURELIE	1	160	240	0	0	0
RAHARIMAHEFA AURELIE	1	40	200	50	0,20833	20,83333
RAKOTOARIVELO J. B.	1	100	50	0	0	0
RAKOTOARIVELO J. B.	1	150	50	30	0,15	15
RAKOTOARIVELO J. B.	1	50	25	12,5	0,16667	16,66667
RANDRIANANTOAVINA J. P.	1	560	40	0	0	0
RAZAFIARISOA HELENE	1	30	270	90	0,3	30
RAZAFIARISOA HELENE	1	30	570	90	0,15	15
RAZANATSOA JULIETTE	2	12	460	30	0,06356	6,355932
RAZANATSOA JULIETTE	2	240	0	2,4	0,01	1
RAZANATSOA JULIETTE	2	240	0	2,4	0,01	1
SOLOHERY DIEUDONNE	2	80	0	0	0	0
SOLOHERY DIEUDONNE	2	80	0	0	0	0
SOLOHERY DIEUDONNE	2	80	0	0	0	0
ANDRIAMANANTSOA J. L.	2	5	100	0	0	0
ANDRIAMANANTSOA J. L.	2	5	100	0	0	0
FRERE JEAN GUY	2	3	0	0	0	0
RAKOTOAROMANANA C.	2	1,5	50	50	0,97087	97,08738
RAKOTOAROMANANA C.	2	1,5	50	50	0,97087	97,08738
RAKOTOMAMAONJY A.	2	16	40	20	0,35714	35,71429
RAKOTOMAMAONJY A.	2	150	0	0	0	0
RAKOTONDRA BE JUSTIN	2	15	235	100	0,4	40
RAKOTONDRA BE JUSTIN	2	80	0	5	0,0625	6,25

RAKOTONDRABE JUSTIN	2	50	200	100	0,4	40
RANDRIAMINTANTSOA D.	2	30	70	30	0,3	30
RAZANADRASOA V.	2	8	150	50	0,31646	31,64557
RAMIARAMANANA	2	10	0	0	0	0
HENRIETTE	2	180	0	0	0	0
RAKOTOSOLOFO ALFRED	2	100	0	1	0,01	1
RAOBISELY RENE	2	100	0	0	0	0
RAOBISELY RENE	2	100	0	0	0	0
RANDRIANASOLO	2	50	400	200	0,44444	44,44444
RAKOTONDRAMELINA E.	2	50	150	75	0,375	37,5
ETIENNE	2	70	140	0	0	0
RANDRIAMIARISOA J.	2	10	70	40	0,5	50
RASOLOFOMBOHANGY	2	8	450	250	0,54585	54,58515
RAZAFINDRAMAVO	2	750	0	0	0	0
RAKOTOMANDIMBY	2	8	400	400	0,98039	98,03922